



TUGAS AKHIR - KS 141501

**FORMULASI STANDAR KONVERSI SLOC DARI
MODEL PROSES BISNIS DALAM MENENTUKAN
NILAI VARIABEL SIZE PADA MODEL COCOMO II
MENGGANTIKAN UFP**

***FORMULATION OF BUSINESS PROCESS MODEL
SLOC CONVERSION STANDARD IN DETERMINING
THE VALUE OF SIZE VARIABLE ON COCOMO II
TO REPLACE UFP***

**ABDUL AZIS
NRP 05211440000027**

**Dosen Pembimbing
Sholih, S.T, M.Kom, M.SA**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

TUGAS AKHIR - KS 141501

**FORMULASI STANDAR KONVERSI SLOC DARI
MODEL PROSES BISNIS DALAM
MENENTUKAN NILAI VARIABEL SIZE PADA
MODEL COCOMO II MENGGANTIKAN UFP**

**ABDUL AZIS
NRP 05211440000027**

**Dosen Pembimbing
Sholiq, S.T, M.Kom, M.SA**

**DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - KS 141501

***FORMULATION OF BUSINESS PROCESS
MODEL SLOC CONVERSION STANDARD IN
DETERMINING THE VALUE OF SIZE
VARIABLE ON COCOMO II TO REPLACE UFP***

**ABDUL AZIS
NRP 05211440000171**

**Supervisor
Sholih, S.T, M.Kom, M.SA**

**DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEM
Faculty of Information and Communication
Technology
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

FORMULASI STANDAR KONVERSI *SLOC* DARI MODEL PROSES BISNIS DALAM MENENTUKAN NILAI VARIABEL *SIZE* PADA MODEL *COCOMO* *II* MENGGANTIKAN *UFP*

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Abdul Aziz
05211440000027

Surabaya, Juli 2017

KEPALA
DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI

Dr. Ir. Aris Tjahyanto, M.Kom
NIP 196503101991021001

**FORMULASI STANDAR KONVERSI *SLOC* DARI
MODEL PROSES BISNIS DALAM MENENTUKAN
NILAI VARIABEL *SIZE* PADA MODEL *COCOMO*
II MENGGANTIKAN *UFP***

TUGAS AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada

Depatemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Abdul Azis
05211440000027

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian : Juli 2018
Periode Wisuda : September 2018

Sholiq, S.T, M.Kom, M.SA



(Pembimbing I)

Ir. Khakim Ghozali, M.MT



(Penguji I)

Dr. Apol Pribadi S, S.T, M.T



(Penguji II)

FORMULASI STANDAR KONVERSI SLOC DARI MODEL PROSES BISNIS DALAM MENENTUKAN NILAI VARIABEL SIZE PADA MODEL COCOMO II MENGGANTIKAN UFP

Nama Mahasiswa : Abdul Azis
NRP : 05211440000027
Departemen : Sistem Informasi FTIK-ITS
Dosen Pembimbing I : Sholiq, S.T, M.Kom, M.SA

ABSTRAK

Pesatnya perkembangan teknologi informasi mendorong setiap komponen penyusun didalamnya untuk mengikutinya, tak terkecuali perangkat lunak (software). Sebuah perangkat lunak dapat dihasilkan melalui aktivitas-aktivitas pengembangan perangkat lunak (software development) itu sendiri. Salah satu aktivitas yang paling vital atau krusial dari pengembangan perangkat lunak adalah estimasi usaha pengembangan perangkat lunak (software development effort estimation). COCOMO (Constructive Cost Model) adalah salah satu model estimasi usaha pengembangan perangkat lunak yang populer. Saat ini, versi terbaru dari model ini adalah COCOMO II yang menggunakan 31 parameter untuk memprediksi usaha yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat lunak. Salah satu kelemahan COCOMO II adalah penggunaan Function Point dalam menentukan nilai SLOC (Source Lines of Code) dari salah satu variabel masukannya dimana hal tersebut membutuhkan dokumentasi yang lengkap dari tahap analisis kebutuhan dan desain. Tidak semua organisasi yang sedang mengembangkan perangkat lunak memilikinya pada tahap perencanaan biaya (tahap dimana estimasi usaha dilakukan) karena di beberapa kondisi, perencanaan/pengalokasian biaya dilakukan jauh sebelum tahap pertama pengembangan perangkat lunak.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan sebuah metode alternatif dalam menentukan nilai SLOC menggunakan model proses bisnis(BPM). Alasan digunakannya model proses bisnis adalah karena umumnya organisasi yang ingin mengotomasi prosesnya sudah memiliki dokumentasi BPM. Pada awalnya, peneliti akan menentukan kode program yang dijadikan sampel penelitian, lalu memodelkan BPM sampel kode program tersebut. Selanjutnya, akan ditentukan standar konversi komponen BPM ke SLOC menggunakan analisis statistika deskriptif. Pada akhirnya, peneliti akan mengukur tingkat akurasi standar konversi tersebut menggunakan metode MMRE dan RMS.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah standar konversi SLOC dari tiap komponen pada BPM pada bahasa pemrograman Java. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan untuk menghasilkan tingkat akurasi dari standar konversi tersebut.

Kata kunci: Estimasi Pengembangan Perangkat Lunak; COCOMO II; SLOC; BPM; Standar Konversi

***FORMULATION OF BUSINESS PROCESS MODEL SLOC
CONVERSION STANDARD IN DETERMINING THE
VALUE OF SIZE VARIABLE ON COCOMO II TO
REPLACE UFP***

Name : Abdul Azis
NRP : 05211440000027
Department : Information Systems FTIK-ITS
Supervisors I : Sholih, S.T, M.Kom, M.SA

ABSTRACT

The rapid development of information technology encourages each compilers component in it to follow it, not to mention software. A software can be generated through software development activities themselves. One of the most vital or crucial activities of software development is the estimation of software development effort. COCOMO(Constructive Cost Model) is one of the most popular software development estimation models. Currently, the latest version of this model is COCOMO II which uses 31 parameters to predict the effort required in software development. One of the weaknesses of COCOMO II is the use of Function Point in determining the SLOC(Source Lines of Code) value of one of its input variables which requires complete documentation of the requirements analysis and design phase. Not all organizations that are developing software have it in the cost planning stage(the stage where business estimates are made) because under some conditions, cost planning/allocation is done well before the first stage of software development.

To overcome these problems, this study aims to formulate an alternative method in determining the value of SLOC using business process model(BPM). The reason for the use of business process model is that generally organizations that want to automate their process already have the BPM documentation. Initially, the researcher will determine the code

of the program used as the sample of the research, then model the sample code BPM. Next, we will determine the standard conversion of BPM components to SLOC using descriptive statistical analysis. Finally, the researcher will measure the accuracy level of the conversion standard using MMRE and RMS method.

The result of this research is a standard SLOC conversion of each component on BPM in Java programming language. In addition, this study is also expected to produce a degree of accuracy of the conversion standard.

Keywords: Estimation of Software Development; COCOMO II; SLOC; BPM; Conversion Standards

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah atas karunia, rahmat, barakah, dan jalan yang telah diberikan Allah Subhanahuwata'ala selama ini sehingga penulis mendapatkan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir dengan judul:

FORMULASI STANDAR KONVERSI *SLOC* DARI MODEL PROSES BISNIS DALAM MENENTUKAN NILAI VARIABEL *SIZE* PADA MODEL *COCOMO II* MENGGANTIKAN *UFP*

Terima kasih atas pihak-pihak yang telah mendukung, memberikan saran, motivasi, semangat, dan bantuan baik materi maupun spiritual demi tercapainya tujuan pembuatan tugas akhir ini. Secara khusus penulis akan menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Orangtua dan saudara yang selalu memberikan segala bentuk dukungan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Dosen Pembimbing I, Bapak Sholiq, S.T, M.Kom, M.SA terimakasih atas segala bimbingan, arahan, dukungan, ilmu, serta motivasi yang sangat bermanfaat bagi penulis.
3. Bapak Ir. Khakim Ghozali, M.Kom dan Bapak Dr. Apol Pribadi Subriadi, S.T., M.T., sebagai dosen penguji, terima kasih atas kritikan dan masukan yang bersifat membangun untuk peningkatan kualitas tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Aris Tjahyanto. M.Kom., selaku Ketua Departemen Sistem Informasi ITS, yang telah menyediakan fasilitas terbaik untuk kebutuhan penelitian mahasiswa.
5. Keluarga besar Osiris yang telah memberi dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Serta semua pihak yang terlibat dan membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini yang belum mampu penulis sebutkan di atas.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis

meminta maaf atas kesalahan yang dibuat dalam penulisan tugas akhir ini. Penulis membuka pintu selebar-lebarnya bagi pihak yang ingin memberikan kritik dan saran, dan penelitian selanjutnya yang ingin menyempurnakan karya dari tugas akhir ini. Akhir kata, semoga buku tugas akhir ini bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR PERSAMAAN	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Tugas Akhir	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir	5
1.6 Relevansi Tugas Akhir	5
1.7 Target Luaran	6
1.8 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Penelitian Sebelumnya	9
2.2 Dasar Teori	18
2.2.1 Pengembangan Perangkat Lunak	18
2.2.2 Estimasi Pengembangan Perangkat Lunak	20
2.2.3 Constructive Cost Model(COCOMO II)	21
2.2.4 Source Lines of Code(SLOC)	33
2.2.5 Ukuran Proyek Pengembangan Perangkat Lunak	33
2.2.6 Business Process Model(BPM)	34
2.2.7 Business Process Model and Notation(BPMN)	36
2.2.8 Activity Diagram(UML)	37
2.2.9 Java	38

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Desain Penelitian.....	39
3.2 Metodologi Penelitian	39
3.2.1 Studi Pustaka	40
3.2.2 Penentuan Standar Sampel Kode Program.....	41
3.2.3 Penentuan Sampel Kode Program yang Sesuai Standar.....	41
3.2.4 Perancangan UML(Activity Diagram) pada tiap Sampel Kode Program	42
3.2.5 Pemodelan BPM tiap UML.....	42
3.2.6 Pengukuran SLOC pada tiap Komponen BPM 43	
3.2.7 Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran 43	
3.2.8 Penentuan Beberapa Nilai Standar Konversi .	44
3.2.9 Penilaian MRE pada tiap Sampel Kode Program 45	
3.2.10 Penilaian MMRE dan RMS pada tiap Standar Konversi	45
BAB IV PERANCANGAN	47
4.1 Perancangan Standar Sampel Kode Program.....	47
4.2 Perencanaan Pembuatan UML(Activity Diagram) pada tiap Sampel Kode Program	49
4.3 Perencanaan Pemodelan BPM tiap Sampel Kode Program.....	50
4.4 Perencanaan Pengukuran SLOC pada tiap Jenis Aktivitas BPM.....	53
4.5 Perencanaan Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran.....	54
BAB V IMPLEMENTASI	57
5.1 Penyeleksian Sampel Kode Program yang Sesuai Standar	57
5.2 Pembuatan UML(Activity Diagram) pada tiap Sampel Kode Program	61
5.3 Pemodelan BPM tiap Sampel Kode Program	64
5.4 Pengukuran SLOC pada tiap Jenis Aktivitas BPM.....	66

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	73
6.1 Hasil dan Pembahasan Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran	73
6.2 Hasil dan Pembahasan Penilaian MMRE dan RMS	76
6.3 Hasil dan Pembahasan Penilaian Tingkat Akurasi.....	79
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	85
7.1 Kesimpulan	85
7.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	89
BIODATA PENULIS	93
LAMPIRAN A	- 1 -
A.1 Data SLOC Sampel Kode Program.....	- 1 -
A.2 Data LLOC Sampel Kode Program	- 3 -
LAMPIRAN B	- 1 -
B.1 Diagram Use Case Baru Sampel Kode Program. -	- 1 -
B.2 Activity Diagram Sampel Kode Program	- 10 -
LAMPIRAN C	- 1 -
C.1 Model Proses Bisnis Sampel Kode Program.....	- 1 -
LAMPIRAN D	- 1 -
D.1 Kertas Kerja Pengukuran Konversi SLOC.....	- 1 -
LAMPIRAN E	- 1 -
E.1 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS	- 1 -
LAMPIRAN F	- 1 -
F.1 Data SLOC Kode Program Uji.....	- 1 -
F.2 Data LLOC Kode Program Uji	- 2 -
F.3 Model Proses Bisnis Kode Program Uji.....	- 4 -
F.4 Tabel Penilaian Akurasi	- 7 -

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Literatur 1	9
Tabel 2.2 Studi Literatur 2	10
Tabel 2.3 Studi Literatur 3	12
Tabel 2.4 Studi Literatur 4	13
Tabel 2.5 Studi Literatur 5	14
Tabel 2.6 Studi Literatur 6	16
Tabel 2.7 Studi Literatur 7	17
Tabel 2.8 Tingkatan Produktivitas Application Points	22
Tabel 2.9 Penghitungan Kompleksitas Function Points.....	29
Tabel 2.10 Bobot Penghitungan Kompleksitas Function Points	30
Tabel 2.11 Pengelompokan Effort Multiplier COCOMO II ..	31
Tabel 2.12 Bobot dari Effort Multiplier COCOMO II	31
Tabel 2.13 Bobot dari Scale Factor COCOMO II.....	32
Tabel 2.14 Kategori Ukuran Proyek Pengembangan Perangkat Lunak Menurut IFPUG(International Function Point Users Group)	33
Tabel 2.15 Kategori Ukuran Proyek Pengembangan Perangkat Lunak JAVA	34
Tabel 4.1 Rancangan Standar/Kebutuhan Calon Sampel Kode Program.....	47
Tabel 5.1 Daftar Sampel Kode Program beserta Pemenuhan Standar.....	58
Tabel 5.2 Daftar NFR tiap Sampel Kode Program	61
Tabel 5.3 Data Kuantitatif Sampel Kode Program Sebelum Pembersihan	66
Tabel 5.4 Data Kuantitatif Sampel Kode Program Sesudah Pembersihan	67
Tabel 5.5 Kertas Kerja Pengukuran Konversi SLOC.....	70
Tabel 6.1 Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran	73
Tabel 6.2 Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran Tanpa Nilai Modus/Mode	75

Tabel 6.3 Tabel Penilaian MRE dan MRE ² Nilai Rata-Rata/Mean.....	76
Tabel 6.4 Nilai MMRE dan RMS Nilai Standar Konversi Sementara.....	78
Tabel 6.5 Nilai Standar Konversi Terpilih dan Tingkat Akurasinya.....	78
Tabel 6.6 Tabel Perbandingan UFP dengan Standar Konversi	79
Tabel 6.7 Daftar Kode Program Uji beserta Pemenuhan Standar	81
Tabel 6.8 Tabel Perhitungan Tingkat Akurasi dari Standar Konversi Terpilih.....	82
 Tabel 7.1 Nilai Standar Konversi tiap Jenis Aktivitas BPM ..	86
 Tabel D.1 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Airline Booking System.....	- 1 -
Tabel D.2 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Airline Reservation System	- 1 -
Tabel D.3 Data Pengukuran Konversi SLOC dari ATM Management System	- 2 -
Tabel D.4 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Employee Management System	- 3 -
Tabel D.5 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Library Management System	- 4 -
Tabel D.6 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Point of Sale System	- 5 -
Tabel D.7 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Procurement Management System	- 5 -
Tabel D.8 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Store Reposting System.....	- 6 -
Tabel D.9 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Store Management System	- 7 -
Tabel D.10 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Student Registration Management System.....	- 8 -
Tabel D.11 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Warehouse Management System	- 9 -

Tabel E.1 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS Nilai Standar Konversi Rata-Rata/Mean.....	- 1 -
Tabel E.2 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS Nilai Standar Konversi Nilai Tengah/Median.....	- 6 -
Tabel E.3 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS Nilai Standar Konversi Kuartil Pertama/Q1.....	- 10 -
Tabel E.4 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS Nilai Standar Konversi Kuartil Ketiga/Q3	- 15 -
Tabel F.1 Tabel Perhitungan Tingkat Akurasi Standar Konversi Terpilih.....	- 7 -

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Ranah atau Roadmap Penelitian Laboratorium Manajemen Sstem Informasi(MSI)	6
Gambar 2.1 Notasi BPMN(1).....	36
Gambar 2.2 Notasi BPMN(2).....	36
Gambar 3.1 Desain Penelitian	39
Gambar 3.2 Tahapan Metodologi Penelitian.....	40
Gambar 5.1 Diagram Use Case Airline Booking System	62
Gambar 5.2 Diagram Use Case Library Management System	62
Gambar 5.3 Diagram Use Case Student Registration Management System	63
Gambar 5.4 Activity Diagram FR1 Airport Booking System	63
Gambar 5.5 Activity Diagram FR7 Point of Sale System.....	64
Gambar 5.6 Activtiy Diagram FR2 Student Registration Management System	64
Gambar 5.7 BPM Awal Airport Booking System.....	65
Gambar 5.8 BPM Airport Booking System	65
Gambar 5.9 BPM ATM Management System	65
Gambar 5.10 BPM Warehouse Management.....	66
Gambar 5.11 Komponen Acitivty Diagram yang Dipilih	67
Gambar 5.12 Kode Program Disalin ke Dokumen Measuring.java	68
Gambar 5.13 Dokumen Measuring.java Diukur Menggunakan Project Code Meter	68
Gambar 5.14 Hasil Pengukuran SLOC Dituliskan pada Awal Deskripsi Komponen.....	69
Gambar 5.15 Aktivitas BPM yang Dipilih.....	69
Gambar 5.16 Komponen Acitvity Diagram yang Merupakan Bagian dari Aktivitas BPM	69
Gambar 5.17 Seluruh Hasil Pengukuran Komponen Activtiy Diagram Dijumlahkan	70

Gambar 5.18 Hasil Penjumlahan Dituliskan pada Awal Deskripsi Aktivitas BPM.....	70
Gambar 6.1 BPM Customer Relationship Management System	82
Gambar A.1 SLOC dari Airline Booking System	1 -
Gambar A.2 SLOC dari Airline Reservation System.....	1 -
Gambar A.3 SLOC dari ATM Management System.....	1 -
Gambar A.4 SLOC dari Employee Management System ...	1 -
Gambar A.5 SLOC dari Library Management System	1 -
Gambar A.6 SLOC dari Point of Sale System.....	2 -
Gambar A.7 SLOC dari Procurement Management System-	2 -
Gambar A.8 SLOC dari Store Reporting System.....	2 -
Gambar A.9 SLOC dari Store Management System.....	2 -
Gambar A.10 SLOC dari Student Registration Management System	2 -
Gambar A.11 SLOC dari Warehouse Management System-	3 -
Gambar A.12 LLOC(SLOC-L) dari Airline Booking System . -	3 -
Gambar A.13 LLOC(SLOC-L) dari Airline Reservation System	3 -
Gambar A.14 LLOC(SLOC-L) dari ATM Management System	4 -
Gambar A.15 LLOC(SLOC-L) dari Employee Management System	4 -
Gambar A.16 LLOC(SLOC-L) dari Library Management System	5 -
Gambar A.17 LLOC(SLOC-L) dari Point of Sale System..	5 -
Gambar A.18 LLOC(SLOC-L) dari Procurement Management System	6 -
Gambar A.19 LLOC(SLOC-L) dari Store Reporting System-	6 -
Gambar A.20 LLOC(SLOC-L) dari Store Management System	7 -
Gambar A.21 LLOC(SLOC-L) dari Student Registration Management System	7 -

Gambar A.22 LLOC(SLOC-L) dari Warehouse Management System.....	- 8 -
Gambar B.1 Diagram Use Case Baru dari Airline Booking System.....	- 1 -
Gambar B.2 Diagram Use Case Baru dari Airline Reservation System.....	- 2 -
Gambar B.3 Diagram Use Case Baru dari ATM Management System.....	- 3 -
Gambar B.4 Diagram Use Case Baru dari Employee Management System	- 4 -
Gambar B.5 Diagram Use Case Baru dari Library Management System.....	- 5 -
Gambar B.6 Diagram Use Case Baru dari Point of Sale System	- 6 -
Gambar B.7 Diagram Use Case Baru dari Procurement Management System	- 7 -
Gambar B.8 Diagram Use Case Baru dari Store Reporting System.....	- 8 -
Gambar B.9 Diagram Use Case Baru dari Store Management System.....	- 9 -
Gambar B.10 Diagram Use Case Baru dari Student Regsitration Management System	- 10 -
Gambar B.11 Diagram Use Case Baru dari Warehouse Management System	- 11 -
Gambar B.12 Acitivity Diagram dari FR1 Airline Booking System.....	- 10 -
Gambar B.13 Acitivity Diagram dari FR2 Airline Booking System.....	- 11 -
Gambar B.14 Acitivity Diagram dari FR3 Airline Booking System.....	- 12 -
Gambar B.15 Acitivity Diagram dari FR1 Airline Reservation System.....	- 13 -
Gambar B.16 Acitivity Diagram dari FR2 Airline Reservation System.....	- 14 -
Gambar B.17 Acitivity Diagram dari FR3 Airline Reservation System.....	- 15 -

Gambar B.18 Acitivity Diagram dari FR1 ATM Management System	- 16 -
Gambar B.19 Acitivity Diagram dari FR2 ATM Management System	- 17 -
Gambar B.20 Acitivity Diagram dari FR3 ATM Management System	- 18 -
Gambar B.21 Acitivity Diagram dari FR4 ATM Management System	- 19 -
Gambar B.22 Acitivity Diagram dari FR5 ATM Management System	- 20 -
Gambar B.23 Acitivity Diagram dari FR6 ATM Management System	- 21 -
Gambar B.24 Acitivity Diagram dari FR7 ATM Management System	- 22 -
Gambar B.25 Acitivity Diagram dari FR8 ATM Management System	- 23 -
Gambar B.26 Acitivity Diagram dari FR1 Employee Management System	- 24 -
Gambar B.27 Acitivity Diagram dari FR2 Employee Management System	- 25 -
Gambar B.28 Acitivity Diagram dari FR3 Employee Management System	- 26 -
Gambar B.29 Acitivity Diagram dari FR4 Employee Management System	- 27 -
Gambar B.30 Acitivity Diagram dari FR5 Employee Management System	- 28 -
Gambar B.31 Acitivity Diagram dari FR6 Employee Management System	- 29 -
Gambar B.32 Acitivity Diagram dari FR1 Library Management System	- 30 -
Gambar B.33 Acitivity Diagram dari FR2 Library Management System	- 31 -
Gambar B.34 Acitivity Diagram dari FR3 Library Management System	- 32 -
Gambar B.35 Acitivity Diagram dari FR4 Library Management System	- 33 -

Gambar B.36 Acitivity Diagram dari FR5 Library Management System.....	- 34 -
Gambar B.37 Acitivity Diagram dari FR6 Library Management System.....	- 35 -
Gambar B.38 Acitivity Diagram dari FR7 Library Management System.....	- 36 -
Gambar B.39 Acitivity Diagram dari FR1 Point of Sale System	- 37 -
Gambar B.40 Acitivity Diagram dari FR2 Point of Sale System	- 38 -
Gambar B.41 Acitivity Diagram dari FR3 Point of Sale System	- 39 -
Gambar B.42 Acitivity Diagram dari FR4 Point of Sale System	- 40 -
Gambar B.43 Acitivity Diagram dari FR5 Point of Sale System	- 41 -
Gambar B.44 Acitivity Diagram dari FR6 Point of Sale System	- 42 -
Gambar B.45 Acitivity Diagram dari FR7 Point of Sale System	- 43 -
Gambar B.46 Acitivity Diagram dari FR1 Procurement Management System	- 44 -
Gambar B.47 Acitivity Diagram dari FR2 Procurement Management System	- 45 -
Gambar B.48 Acitivity Diagram dari FR3 Procurement Management System	- 46 -
Gambar B.49 Acitivity Diagram dari FR4 Procurement Management System	- 47 -
Gambar B.50 Acitivity Diagram dari FR5 Procurement Management System	- 48 -
Gambar B.51 Acitivity Diagram dari FR6 Procurement Management System	- 49 -
Gambar B.52 Acitivity Diagram dari FR7 Procurement Management System	- 50 -
Gambar B.53 Acitivity Diagram dari FR1 Store Reporting System.....	- 51 -

Gambar B.54	Acitivity Diagram dari FR2 Store Reporting System	- 52 -
Gambar B.55	Acitivity Diagram dari FR3 Store Reporting System	- 53 -
Gambar B.56	Acitivity Diagram dari FR4 Store Reporting System	- 54 -
Gambar B.57	Acitivity Diagram dari FR5 Store Reporting System	- 55 -
Gambar B.58	Acitivity Diagram dari FR1 Store Management System	- 56 -
Gambar B.59	Acitivity Diagram dari FR2 Store Management System	- 57 -
Gambar B.60	Acitivity Diagram dari FR3 Store Management System	- 58 -
Gambar B.61	Acitivity Diagram dari FR4 Store Management System	- 59 -
Gambar B.62	Acitivity Diagram dari FR5 Store Management System	- 60 -
Gambar B.63	Acitivity Diagram dari FR6 Store Management System	- 61 -
Gambar B.64	Acitivity Diagram dari FR7 Store Management System	- 62 -
Gambar B.65	Acitivity Diagram dari FR8 Store Management System	- 63 -
Gambar B.66	Acitivity Diagram dari FR9 Store Management System	- 64 -
Gambar B.67	Acitivity Diagram dari FR1 Student Registration Management System	- 65 -
Gambar B.68	Acitivity Diagram dari FR2 Student Registration Management System	- 66 -
Gambar B.69	Acitivity Diagram dari FR3 Student Registration Management System	- 67 -
Gambar B.70	Acitivity Diagram dari FR4 Student Registration Management System	- 68 -
Gambar B.71	Acitivity Diagram dari FR1 Warehouse Management System	- 69 -

Gambar B.72 Acitivity Diagram dari FR1 Warehouse Management System	- 70 -
Gambar B.73 Acitivity Diagram dari FR2 Warehouse Management System	- 71 -
Gambar B.74 Acitivity Diagram dari FR3 Warehouse Management System	- 72 -
Gambar B.75 Acitivity Diagram dari FR4 Warehouse Management System	- 73 -
Gambar B.76 Acitivity Diagram dari FR5 Warehouse Management System	- 74 -
Gambar C.1 BPM dari Airline Booking System	- 1 -
Gambar C.2 BPM dari Airline Reservation System	- 1 -
Gambar C.3 BPM dari ATM Management System	- 2 -
Gambar C.4 BPM dari Employee Management System	- 3 -
Gambar C.5 BPM dari Library Management System	- 4 -
Gambar C.6 BPM dari Point of Sale System	- 5 -
Gambar C.7 BPM dari Procurement Management System	- 6 -
Gambar C.8 BPM dari Store Reporting System	- 7 -
Gambar C.9 BPM dari Store Management System	- 8 -
Gambar C.10 BPM dari Student Registration Management System	- 9 -
Gambar C.11 BPM dari Warehouse Management System	- 10 -
Gambar F.1 SLOC dari Customer Relationship Management System	- 1 -
Gambar F.2 SLOC dari Medical Store Management System	- 1 -
Gambar F.3 SLOC dari Student Management System	- 1 -
Gambar F.4 LLOC(SLOC-L) dari Customer Relationship Management System	- 2 -
Gambar F.5 LLOC(SLOC-L) dari Medical Store Management System	- 2 -
Gambar F.6 LLOC(SLOC-L) dari Student Management System	- 3 -
Gambar F.7 BPM dari Customer Relationship Management System	- 4 -

Gambar F.8 BPM dari Medical Store Management System- 5 -
Gambar F.9 BPM dari Student Management System..... - 6 -

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Formula Final Hitungan Usaha untuk Sistem prototipe	22
Persamaan 2.2 Formula Standar untuk Model Algoritma	23
Persamaan 2.3 Formula Final Hitungan Usaha untuk Model Desain Awal	24
Persamaan 2.4 Formula untuk Mengestimasi Usaha yang Dibutuhkan Untuk Mengintegrasikan Kode yang Telah Dihasilkan(Generated Code)	25
Persamaan 2.5 Formula yang Digunakan untuk Menghitung Jumlah Ekuivalen Baris Kode Program Baru	26
Persamaan 2.6 Formula untuk Mengestimasi Usaha yang Dibutuhkan Untuk Mengintegrasikan Kode yang Telah Dihasilkan(Generated Code)	27
Persamaan 2.7 Formula untuk Mengestimasi Usaha yang Dibutuhkan pada Tingkatan Pasca Arsitektur	28
Persamaan 3.1 Formula untuk mencari nilai MRE	45
Persamaan 3.2 Formula untuk mencari nilai MMRE	46
Persamaan 3.3 Formula untuk mencari nilai RMS	46

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan beberapa subbab mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, relevansi tugas akhir, dan target luaran yang menjadi dasar dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini. Berdasarkan penjelasan pada bab ini diharapkan gambaran umum mengenai permasalahan dan pemecahan masalah pada tugas akhir dapat dipahami.

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan teknologi informasi mendorong setiap komponen penyusun didalamnya untuk mengikutinya, tak terkecuali perangkat lunak (software). Perangkat lunak sendiri adalah instruksi-instruksi (program komputer) yang ketika dijalankan menyediakan fitur, fungsi, dan kinerja yang diinginkan [1].

Sebuah perangkat lunak dapat dihasilkan melalui aktivitas-aktivitas pengembangan perangkat lunak (software development) itu sendiri. Salah satu aktivitas yang paling vital atau krusial dari pengembangan perangkat lunak adalah estimasi usaha pengembangan perangkat lunak (software development effort estimation) [2]. Alasan mengapa aktivitas tersebut vital atau krusial adalah karena kegagalan proyek pengembangan perangkat lunak umumnya disebabkan oleh buruknya estimasi biaya dan jadwalnya (cost and schedule estimation) [3].

Banyak peneliti yang menghabiskan waktu dan biaya penelitian mereka untuk mengerjakan berbagai model estimasi usaha pengembangan perangkat lunak dengan tujuan mendapatkan model yang paling akurat (bisa dengan membuat model baru maupun meningkatkan akurasi model-model yang sudah ada) [4]. Walaupun banyak waktu dan biaya yang khusus dialokasikan untuk penelitian-penelitian tersebut, tetap saja

tidak ada bukti yang dapat menunjukkan sebuah model estimasi usaha pengembangan perangkat lunak secara konsisten akurat dalam 25% dari biaya sebenarnya(actual cost) dan 75% dari waktu sebenarnya(actual time) [5].

Dari model-model estimasi yang sangat beragam tersebut, model empiris diyakini sebagai model yang estimasinya paling akurat jika dibandingkan dengan model-model estimasi lainnya. Beberapa model empiris yang populer adalah seperti; COCOMO, SLIM, SEER-SEM, dan FP Analysis Schemes [6], [7].

Walaupun saat ini tidak ada model empiris yang cocok dengan berbagai kondisi dengan akurasi yang tinggi, diantara model-model tersebut, COCOMO(Constructive Cost Model) lah yang paling banyak digunakan. Tingkat akurasi estimasi usaha pengembangan perangkat lunak yang dihasilkan oleh COCOMO lebih baik dibanding model empiris lainnya [2]. Untuk penjelasan singkatnya, COCOMO sendiri adalah sebuah model estimasi biaya perangkat lunak berbasis regresi yang dikembangkan oleh Barry Boehm [8]. Saat ini, versi terbaru dari model ini adalah COCOMO II yang menggunakan 31 parameter untuk memprediksi usaha yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat lunak [9], [10]. Jumlah parameter yang cukup banyak ini berdampak pada tingkat akurasi prediksi yang cukup tinggi [2].

Sekalipun COCOMO II diklaim sebagai salah satu model empiris yang sangat baik, tetaplah terdapat beberapa kelemahan didalamnya. Salah satu kelemahannya adalah penggunaan Function Point dalam menentukan nilai SLOC(Source Lines of Code) dari salah satu variabel masukannya dimana Function Point sangatlah tergantung kepada kondisi pengembangan perangkat lunak [2]. Function Point membutuhkan dokumentasi yang lengkap dari tahap analisis kebutuhan dan desain [11]. Akan tetapi, tidak semua organisasi yang sedang mengembangkan perangkat lunak memilikinya pada tahap perencanaan biaya(tahap dimana estimasi usaha dilakukan) karena di beberapa kondisi, perencanaan/pengalokasian biaya

dilakukan jauh sebelum tahap pertama pengembangan perangkat lunak. Sehingga, hal ini menjadikan COCOMO II tidak relevan(kurang fleksibel) untuk digunakan pada organisasi-organisasi tersebut. Selain itu, salah satu peneliti dalam kesimpulan penelitiannya menyatakan bahwa nilai akurasi dari Function Point adalah 88,8% [30]. Sehingga, masih terdapat kemungkinan ada metode lain yang lebih baik dari pada Function Point.

Berangkat dari latar belakang permasalahan tersebut, dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai penggunaan model proses bisnis(BPM) perangkat lunak dalam menentukan nilai SLOC dari variabel Size pada COCOMO II. Alasan digunakannya model proses bisnis(BPM) adalah karena tujuan dibuatnya model proses bisnis adalah untuk mendukung pembuatan keputusan(decision-making) berbasis teknik-teknik tertentu seperti analisis biaya(cost analysis), analisis skenario(scenario analysis), dan simulasi [12] sehingga umumnya organisasi yang ingin mengotomasi prosesnya sudah memiliki dokumentasi BPM agar proses bisnis mereka menjadi lebih efektif dan efisien. Selain itu, saat ini model proses bisnis juga digunakan sebagai sebuah dasar untuk menspesifikasikan kebutuhan sistem perangkat lunak(dalam beberapa kasus dijadikan masukan utama pengembang(developer)) [12].

Sehingga, tugas akhir ini nantinya akan menghasilkan sebuah standar konversi SLOC dari model proses bisnis khusus untuk bahasas pemrograman Java. Java dipilih karena jumlah pengembang dari bahasa pemrograman ini adalah salah satu yang terbesar, yaitu 9 juta pengembang [29]. Mudahnya, jika standar konversi ini dibuat untuk bahasa pemrograman yang jumlah pengembannya besar, maka akan semakin besar pula pengembang yang dimudahkan.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian tugas akhir ini berdasarkan pada latar belakang diatas yaitu adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan kode program Java yang sesuai untuk dijadikan sampel penelitian?
2. Bagaimana cara memodelkan kode program Java menjadi Business Process Model(BPM)?
3. Berapa standar konversi SLOC(Source Lines of Code) dari tiap jenis aktivitas model proses bisnis pada bahasa pemrograman Java?
4. Bagaimana tingkat akurasi dari standar konversi SLOC(Source Lines of Code) dari tiap jenis aktivitas model proses bisnis pada bahasa pemrograman Java?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Model estimasi usaha pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah COCOMO II.
2. Model proses bisnis yang digunakan adalah yang menggunakan notasi BPMN(Business Process Modeling and Notation).
3. Standar konversi SLOC(Source Lines of Code) yang dihasilkan adalah jumlah baris kode program baru yang nantinya akan dihasilkan pada proyek pengembangan perangkat lunak(tidak termasuk kode program yang dihasilkan secara otomatis maupun kode program yang dapat digunakan kembali).
4. Luaran penelitian adalah berupa standar konversi SLOC(Source Lines of Code) dari tiap jenis aktivitas model proses bisnis dan tingkat akurasi dari standar konversi tersebut.
5. Standar konversi yang dihasilkan hanyalah untuk bahasa pemrograman Java pada kategori ukuran pengembangan perangkat lunak kecil(small).

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara menentukan kode program Java yang sesuai untuk dijadikan sampel penelitian.
2. Mengetahui cara memodelkan kode program Java menjadi Business Process Model(BPM).
3. Mendapatkan standar konversi SLOC(Source Lines of Code) dari tiap jenis aktivitas model proses bisnis pada bahasa pemrograman Java.
4. Mengetahui tingkat akurasi dari standar konversi SLOC(Source Lines of Code) dari tiap jenis aktivitas model proses bisnis pada bahasa pemrograman Java.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang diberikan dari dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bagi Akademisi

Dapat dijadikan bahan untuk penelitian selanjutnya yaitu pengujian tingkat akurasi lebih lanjut menggunakan model estimasi usaha pengembangan perangkat lunak empiris yang lain untuk memvalidasi standar konversi tersebut.

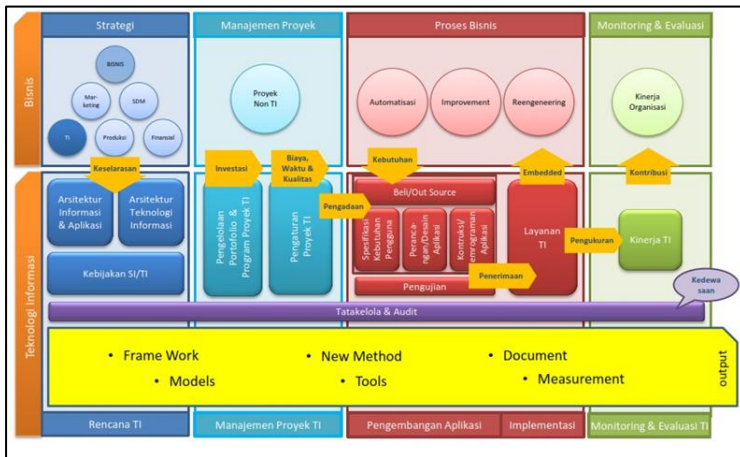
Bagi Organisasi

Dapat dijadikan sebagai standar konversi SLOC(Source Lines of Code) alternatif untuk dijadikan masukan parameter Size dari COCOMO II dalam mengestimasi usaha yang dibutuhkan dalam pengembangan perangkat lunak.

1.6 Relevansi Tugas Akhir

Penelitian ini merupakan tugas akhir yang memiliki keterkaitan dengan beberapa mata kuliah yang diajarkan di Departemen Sistem Informasi ITS. Metode alternatif untuk menentukan variabel size pada model COCOMO II yang dihasilkan dari tugas akhir ini memiliki relevansi dengan Mata Kuliah Manajemen Pengadaan dan Investasi Teknologi Informasi karena COCOMO II adalah sebuah model estimasi usaha pengembangan perangkat lunak. Sedangkan, karena metode yang dihasilkan tersebut menggunakan model proses

bisnis(BPM), maka tugas akhir ini juga memiliki relevansi dengan Mata Kuliah Desain dan Manajemen Proses Bisnis.



Gambar 1.1 Ranah atau Roadmap Penelitian Laboratorium Manajemen Sistem Informasi (MSI)

(Sumber: [13])

Selanjutnya, karena memiliki relevansi dengan Mata Kuliah Manajemen Pengadaan dan Investasi Teknologi Informasi dan secara keseluruhan tugas akhir ini membahas tentang sub topik Pengaturan Proyek TI khususnya pada hal biaya atau pembiayaan, maka tugas akhir ini sesuai dengan ranah penelitian Laboratorium Manajemen Sistem Informasi (MSI).

1.7 Target Luaran

Target luaran dari dilaksanakannya penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Standar konversi SLOC (Source Lines of Code) dari tiap jenis aktivitas model proses bisnis.
2. Tingkat akurasi dari standar konversi SLOC (Source Lines of Code) dari tiap jenis aktivitas model proses bisnis.

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan buku tugas akhir dibagi menjadi 7 bab, diantaranya adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab I merupakan bagian pendahuluan tugas akhir yang berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, relevansi tugas akhir, target luaran, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II merupakan bagian yang berisi tinjauan pustaka, yakni mengenai penelitian sebelumnya dan dasar teori yang akan dijadikan acuan atau landasan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI

Pada bab III akan dijelaskan mengenai alur atau tahapan metodologi penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini. Metode penelitian juga digunakan sebagai pedoman dalam pengerjaan penelitian tugas akhir agar mempunyai arah dan terstruktur.

BAB IV PERANCANGAN

Bab IV atau perancangan berisi mengenai hal-hal yang terkait dengan perancangan penelitian Tugas Akhir, mulai dari rancangan penelitian hingga rencana pelaksanaan.

BAB V IMPLEMENTASI

Pada bab V atau Implementasi akan berisi hal-hal yang terkait dengan Penentuan Sampel Kode Program. Perancangan UML(Activity Diagram) pada tiap Sampel Kode Program, Pemodelan BPM tiap UML, dan Pengukuran SLOC pada tiap Komponen BPM.

BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab VI atau bagian Hasil dan Pembahasan akan berisi mengenai hal-hal yang terkait dengan hasil dan pembahasan mengenai Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran dan Penilaian MMRE dan RMS.

BAB VII PENUTUP

Bab VII akan berisi mengenai beberapa kesimpulan yang diperoleh dari seluruh proses yang telah dilakukan dan menguraikan beberapa saran terhadap penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya dan dasar teori yang akan dijadikan acuan atau landasan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini.

2.1 Penelitian Sebelumnya

Bagian ini akan menjelaskan mengenai penelitian sebelumnya dimana dapat menambah pengetahuan yang terkait dengan penelitian ini sebagai referensi utama ataupun referensi pendukung peneliti dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini.

Tabel 2.1 Studi Literatur 1

Judul Penelitian	A Variant of COCOMO II for Improved Software Effort Estimation [2]
Penulis; Tahun	Ziyad T. Abdulmehdi, M. S. Saleem Basha, Mohamed Jameel, P. Dhavachelvan(2013)
Deskripsi Penelitian	Latar Belakang: Bagian yang paling krusial dari aktivitas pengembangan perangkat lunak adalah pada estimasi usahanya. Namun, sampai saat ini masih belum ada model estimasi usaha yang memiliki tingkat akurasi yang cukup konsisten. Dari seluruh model estimasi usaha, model-model empiris lah yang paling dipercaya memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dengan yang paling tinggi adalah model COCOMO II. Akan tetapi, COCOMO II masih melibatkan beberapa metode dalam menghasilkan masukan(input) maupun masukan itu sendiri yang memiliki ketidakpastian contohnya seperti Function Point. Sehingga, penelitian ini akan melakukan modifikasi pada COCOMO II

	<p>khususnya pada masukan untuk model tersebut.</p> <p>Metode: Menggunakan pendekatan Pesimistic Group(PG)-Optimistic Group(OG) dan Grafik untuk melakukan input handling Cost Driver dan Scale Factor COCOMO II.</p> <p>Hasil: Sebuah varian COCOMO II baru yang dimodifikasi pada scale factor dan cost drives. Varian baru ini memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibanding dengan varian aslinya dibuktikan dengan faktor validasi kinerja seperti Magnitude of Relative Error(MRE), Mean Magnitude of Relative Error(MMRE), Root Mean Square(RMS), dan Relative Root Mean Square(RRMS).</p>
Keterkaitan Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat celah penelitian untuk memodifikasi COCOMO II khususnya pada metode-metode yang menghasilkan nilai untuk variabel masukan model tersebut • Sebagai acuan utama latar belakang penelitian karena secara umum memiliki kesamaan tujuan secara umum yaitu untuk meningkatkan tingkat akurasi COCOMO II melalui modifikasi pada bagian masukan(input). • Sebagai referensi pendukung metode pengukuran tingkat akurasi dari varian baru COCOMO II.

Tabel 2.2 Studi Literatur 2

Judul Penelitian	Extending UML with Non-functional Requirements Modelling [14]
Penulis; Tahun	Aneesh Krishna, Andreas Gregoriades(2011)

<p>Deskripsi Penelitian</p>	<p>Latar Belakang: Agar proyek pengembangan perangkat lunak berhasil, kuncinya adalah untuk memperoleh dan memahami persyaratan dari awal proyek. Kebutuhan Fungsional(FR) menentukan apa saja fungsi yang harus ditawarkan dari sebuah produk perangkat lunak. Beberapa proposal telah dikembangkan untuk menganalisis dan memodelkannya, dan saat ini sudah banyak digunakan. Untuk Kebutuhan Non-Fungsional(NFR), masalahnya lebih kompleks dan karena itu hal ini telah diabaikan untuk waktu yang lama di fase awal dari proses pengembangan perangkat lunak. NFR didefinisikan sebagai batasan pada sifat-sifat yang muncul dari keseluruhan sistem. Oleh karena itu, produk-produk perangkat lunak kadang-kadang diperbarui pada akhir proses pengembangan untuk memuaskan/memenuhi NFR, dan hal ini akhirnya yang menyebabkan proyek melebihi anggaran atau dibatalkan.</p> <p>Metode: Metode yang digunakan adalah dengan mengintegrasikan NFR yang berhasil diidentifikasi dari sebuah proyek pengembangan perangkat lunak tersebut ke beberapa diagram Unified Modeling Language(UML).</p> <p>Hasil: Sebuah strategi atau langkah-langkah untuk memodelkan beberapa UML dari NFR yang telah berhasil diidentifikasi dari sebuah proyek pengembangan perangkat lunak. Jadi, nantinya pengembang mempunyai acuan dokumen desain yang jelas untuk</p>
------------------------------------	---

	kebutuhan non-fungsional(NFR) dari proyek pengembangan perangkat lunak yang akan dikerjakannya dalam bentuk beberapa model UML.
Keterkaitan Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> Sebagai acuan utama metode yang dapat digunakan untuk merancang UML(Activity Diagram) pada tiap sampel kode program

Tabel 2.3 Studi Literatur 3

Judul Penelitian	Translating BPMN Models into UML Activities [15]
Penulis; Tahun	Maria Agustina Cibran(2009)
Deskripsi Penelitian	<p>Latar Belakang: Dalam pengembangan berbasis bisnis, arsitek TI harus menghadapi tantangan untuk membangun solusi TI yang selaras dengan proses bisnis untuk memenuhi persyaratan bisnis. Untuk upaya ini, mereka harus memahami proses bisnis tersebut, yang memerlukan kolaborasi ekstensif dengan pakar domain dan analis. Karena proses bisnis biasanya dinyatakan menggunakan notasi pemodelan khusus, misal BPMN, arsitek TI dipaksa untuk menguasai hal tersebut.</p> <p>Metode: Sebuah pendekatan untuk menerjemahkan secara otomatis model BPMN ke model aktivitas UML diusulkan. Dengan cara mengekspresikan kembali proses bisnis dalam bahasa yang lebih dekat ke arsitektur, sinkronisasi antara model proses dengan model arsitektur UML lainnya telah dimungkinkan.</p> <p>Hasil:</p>

	Sebuah model transformasi diusulkan termasuk pemetaan dan implementasi konseptual untuk menjembatani dari model proses bisnis yang dinyatakan dalam BPMN ke model aktivitas yang dinyatakan dalam UML. Penelitian ini juga melaporkan pengalaman dalam menerjemahkan secara otomatis menggunakan ATL sebagai bahasa transformasi. Model UML yang dihasilkan dapat berfungsi sebagai titik awal untuk mendefinisikan langkah-langkah arsitektur inti.
Keterkaitan Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> Sebagai acuan utama metode yang dapat digunakan untuk mentranslasikan atau memodelkan BPM dari sebuah activity diagram(UML)

Tabel 2.4 Studi Literatur 4

Judul Penelitian	Size and effort estimation for applications written in Java [16]
Penulis; Tahun	J. Kaczmarek, M. Kucharski(2004)
Deskripsi Penelitian	<p>Latar Belakang:</p> <p>Estimasi usaha adalah suatu hal yang penting dalam manajemen proyek perangkat lunak khususnya pada perencanaan dan penjadwalan. Keberhasilan ataupun kegagalan proyek bergantung kepada akurasi dari estimasinya. Banyak model estimasi usaha yang telah dikenalkan, tetapi masih belum ada yang mampu dan reliabel memenuhi kebutuhan perencanaan proyek maupun kebutuhan manajemen proyek lainnya. Sehingga, sebagian besar proyek perangkat lunak selesai tidak tepat waktu ataupun tidak tepat biaya yang dapat dianggap kegagalan proyek. Beberapa penyebab buruknya estimasi usaha adalah inkonsistensi kebutuhan</p>

	<p>perangkat lunak, tingkat kesulitan teknis, rendahnya pengalaman dan pengetahuan manajer proyek, faktor sumber daya manusia, dll.</p> <p>Metode: Menggunakan analisis karakteristik statistika pada data beberapa perangkat lunak berbasis Object Oriented System yang menggunakan bahasa pemrograman Java untuk menghasilkan sebuah standar konversi baru yang dapat menggantikan metode yang digunakan pada COCOMO II dalam mengkonversikan Function Point menjadi Source Lines of Code(SLOC).</p> <p>Hasil: Sebuah metode baru yang dapat menentukan nilai Source Lines of Code(SLOC) dari bahasa pemrograman Java dengan diketahuinya elemen konstruksional Object Oriented System perangkat lunak tersebut yang dapat menggantikan metode yang digunakan pada COCOMO II dalam mengkonversikan Function Point menjadi Source Lines of Code(SLOC).</p>
Keterkaitan Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> Sebagai acuan utama metode analisis karakteristik statistika karena memiliki kesamaan metode dalam menghasilkan standar konversi baru untuk masukan variabel Size(SLOC) yang dapat menggantikan metode yang digunakan pada COCOMO II dalam mengkonversikan Function Point menjadi SLOC

Tabel 2.5 Studi Literatur 5

Judul Penelitian	Regression Techniques in Software Effort Estimation Using COCOMO Dataset [8]
-------------------------	--

Penulis; Tahun	V. Anandhi, R. Manicka Chezian(2014)
Deskripsi Penelitian	<p>Latar Belakang: Analisis regresi adalah alat statistika untuk menginvestigasi hubungan antar variabel. Regresi adalah sebuah teknik statistika yang menentukan hubungan linear antara 2 atau lebih variabel. Tujuan dari komunitas software engineering adalah untuk mengembangkan model yang dapat mengestimasi secara akurat usaha pengembangan perangkat lunak. COCOMO II adalah model yang paling sering digunakan dan model ini dikembangkan dengan basis regresi. Sehingga, penelitian ini ingin menguji 2 algoritma regresi yaitu M5 dan linear dalam mengestimasi usaha pengembangan perangkat lunak menggunakan dataset COCOMO.</p> <p>Metode: Membandingkan tingkat akurasi dari 2 model estimasi usaha pengembangan perangkat lunak berbasis regresi, algoritma M5 dan Linear Regression dengan metode Magnitude Relative Error(MRE) menggunakan dataset COCOMO.</p> <p>Hasil: Hasil pengukuran tingkat akurasi menggunakan metode Magnitude Relative Error(MRE) menunjukan bahwa algoritma M5 lebih efektif dibandingkan dengan Liner Regression karena nilai MRE dari algoritma M5 lebih rendah.</p>
Keterkaitan Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> Sebagai acuan utama metode yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat akurasi dari hasil estimasi relatif terhadap hasil aktual

Tabel 2.6 Studi Literatur 6

Judul Penelitian	Software Engineering Inspired Cost Estimation for Process Modelling [17]
Penulis; Tahun	Felix Baumann, Aleksandar Milutinovic, Dieter Roller (2016)
Deskripsi Penelitian	<p>Latar Belakang: Sampai saat ini, proyek-proyek manajemen proses bisnis pada umumnya dan proyek-proyek pemodelan proses bisnis khususnya tidak dapat mengandalkan metode yang praktis dan tervalidasi secara ilmiah untuk memperkirakan biaya dan usaha. Khususnya fase pengembangan model tidak dicakup oleh metode atau model estimasi biaya atau usaha.</p> <p>Metode: Metode yang digunakan adalah dengan mencocokkan fase-fase siklus hidup BPM dengan fase-fase yang ada pada pengembangan perangkat lunak. Hal ini dilakukan karena pengembangan perangkat lunak dianggap sangat mirip dengan pemodelan proses. Sehingga, nilai pada variabel-variabel masukan yang ada pada model estimasi usaha pengembangan perangkat lunak dapat diisi dengan nilai-nilai yang sebanding dari siklus hidup BPM.</p> <p>Hasil: Suatu metode untuk mengisi celah tersebut dengan menurunkan metode estimasi biaya dari metode yang tersedia di domain yang sama, yaitu pengembangan perangkat lunak atau rekayasa perangkat lunak. Setelah proposisi metode ini, ide-ide yang berbeda untuk analisis lebih lanjut dan</p>

	validasi metode diusulkan. Metode ini diperoleh dari COCOMO II dan Function Point yang merupakan metode yang ditetapkan untuk estimasi usaha dalam domain pengembangan perangkat lunak.
Keterkaitan Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat celah penelitian untuk memodifikasi COCOMO II agar lebih ramah terhadap bisnis melalui modifikasi metode yang menghasilkan variabel masukan

Tabel 2.7 Studi Literatur 7

Judul Penelitian	Improving the Accuracy of Effort Estimation through Fuzzy Set Representation of Size [18]
Penulis; Tahun	Ch. Satyananda Reddy, KSVSN Raju(2009)
Deskripsi Penelitian	<p>Latar Belakang: Presisi dan reliabilitas dari estimasi usaha adalah hal yang sangat penting bagi perusahaan perangkat lunak dalam berkompetisi. Ketidakpastian dalam tingkat masukan(input) pada COCOMO menghasilkan ketidakpastian juga pada keluarannya(output), yang pada akhirnya akan menyebabkan eror yang sangat besar pada estimasi usahanya.</p> <p>Metode: Metode yang digunakan adalah mengganti penggunaan Classical Interval pada model Constructive Cost Model(COCOMO) dengan Fuzzy Sets yang direpresentasikan dengan Membership Functions(MF) lebih tepatnya Trapezoidal Shaped Membership Functions(TPMF).</p> <p>Hasil: Setelah mengaplikasikannya pada dataset COCOMO, didapatkan bahwa model</p>

	COCOMO baru yang menggunakan metode Trapezoidal Shaped Membership Functions(TPMF) mendapatkan estimasi usaha yang lebih mendekati usaha sebenarnya dan tingkat eror relatif yang lebih rendah dibandingkan dengan COCOMO yang menggunakan metode lama.
Keterkaitan Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> Sebagai referensi pendukung penelitian karena memiliki kesamaan metode dan tujuan yaitu memodifikasi COCOMO II dengan melakukan input handling yang bertujuan untuk meningkatkan tingkat akurasi

Dari enam penelitian sebelumnya diatas, diketahui bahwa terdapat 2 celah celah penelitian, yaitu: 1. Memodifikasi COCOMO II khususnya pada metode-metode yang menghasilkan nilai untuk variabel masukan model tersebut; 2. Memodifikasi COCOMO II agar lebih ramah terhadap bisnis melalui modifikasi metode yang menghasilkan variabel masukan. Sehingga, penelitian ini akan membahas tentang “Formulasi Standar Konversi SLOC dari Model Proses Bisnis Dalam Menentukan Nilai Variabel Size pada Model COCOMO II Menggantikan UFP”.

2.2 Dasar Teori

Pada bagian ini akan dibahas mengenai dasar teori yang digunakan sebagai dasar informasi untuk pengerjaan tugas akhir.

2.2.1 Pengembangan Perangkat Lunak

Pengembangan perangkat lunak adalah sebuah proses dimana sebuah perangkat lunak yang berdiri sendiri atau individual dibuat menggunakan sebuah bahasa pemrograman tertentu/spesifik. Hal tersebut melibatkan penulisan serangkaian kode pemrograman yang saling berhubungan, yang menyediakan fungsionalitas dari perangkat lunak yang dikembangkan. Pengembangan perangkat lunak juga biasa

disebut pengembangan aplikasi dan perancangan perangkat lunak [19].

Pengembangan perangkat lunak adalah proses logika iteratif yang bertujuan untuk menciptakan sebuah kode komputer atau perangkat lunak terprogram. Pengembangan perangkat lunak secara umum adalah sebuah inistif terencana yang terdiri atas berbagai langkah atau tahapan yang menghasilkan penciptaan dari perangkat lunak operasional [19].

Pengembangan perangkat lunak terutama tercapai melalui pemrograman komputer, yang dilakukan oleh seorang programmer perangkat lunak dan termasuk proses-proses seperti riset awal, desain alur data, desain alur proses, flow charts, dokumentasi teknis, pengujian perangkat lunak, debugging, dan teknik arsitektur perangkat lunak lainnya. Hal ini diketahui sebagai siklus hidup pengembangan perangkat lunak(SDLC) [19].

Metodologi SDLC(Sofwtare Development Life Cycle) mendukung perancangan perangkat lunak untuk memenuhi kebutuhan bisnis, memenuhi rancangan yang telah ditentukan, dan deployment perangkat lunak ke produksi. Sebuah metodologi juga harus mendukung pemeliharaan, walaupun

terkadang opsi tersebut tidak dipilih, tergantung kepada proyek masing-masing [20].

Model waterfall, metode original SDLC, bersifat linear dan sekuensial(berurutan), yang berikut secara umum adalah tahapan-tahapannya [20]:

1. Identifikasi perangkat lunak yang dibutuhkan
2. Analisis kebutuhan perangkat lunak
3. Spesifikasi dan kebutuhan detail perangkat lunak
4. Perancangan perangkat lunak
5. Pemograman
6. Pengujian
7. Pemeliharaan

2.2.2 Estimasi Pengembangan Perangkat Lunak

Estimasi usaha pengembangan perangkat lunak adalah sebuah proses memprediksi jumlah usaha(biasanya dalam bentuk jam kerja atau uang) paling realistis yang dibutuhkan untuk mengembangkan atau memelihara perangkat lunak berdasarkan masukan yang tidak lengkap, tidak pasti, dan riuh [21].

Dalam membuat keputusan-keputusan pada sebuah proyek pengembangan perangkat lunak, masukan yang paling kritis dan sulit untuk didapatkan adalah estimasi biaya yang dibutuhkan dari proyek pengembangan perangkat lunak tersebut. Sehingga, terdapat beberapa model estimasi biaya pengembangan perangkat lunak yang ditawarkan saat ini. Berikut adalah model-model estimasi tersebut menurut Boehm [9]:

1. Model Algoritma : Metode ini menyediakan satu atau beberapa algoritma yang dapat menghasilkan sebuah estimasi biaya perangkat lunak sebagai sebuah fungsi dari beberapa variabel yang ditentukan untuk menjadi penghasil biaya utama(major cost drivers).

2. **Penilaian Ahli** : Metode ini melibatkan konsultasi dengan satu atau beberapa ahli, mungkin dengan bantuan dari mekanisme konsensus ahli seperti Delphi technique.
3. **Analogi** : Metode ini melibatkan pemikiran berbasis analogi dengan satu atau beberapa proyek yang telah selesai untuk menghubungkan biaya sebenarnya(actual cost) dari proyek-proyek tersebut dengan sebuah estimasi dari biaya proyek baru yang serupa.
4. **Parkinson** : Prinsip parkinson(pekerjaan dimaksimalkan untuk memenuhi ruang yang tersedia) digunakan untuk menyamakan estimasi biaya dengan sumber daya yang tersedia.
5. **Price-to-Win** : Estimasi biaya disamakan dengan harga yang diyakini bertujuan untuk memenangkan pekerjaan(atau jadwal yang diyakini bertujuan untuk menjadi yang pertama dipasar dengan sebuah produk baru).
6. **Top-Down** : Estimasi biaya secara keseluruhan dari sebuah proyek diturunkan dari sifat-sifat global dari produk perangkat lunak. Total biaya kemudian dialokasikan ke masing-masing komponen proyek.
7. **Bottom-Up** : Setiap komponen dari pekerjaan proyek perangkat lunak diestimasi secara terpisah dan hasilnya diagregasi untuk menghasilkan sebuah estimasi pekerjaan secara keseluruhan.

2.2.3 Constructive Cost Model(COCOMO II)

COCOMO(Constructive Cost Model) II adalah sebuah model estimasi biaya empiris yang dihasilkan dari analisa data dari banyak proyek perangkat lunak. Model ini dikembangkan berdasarkan model estimasi biaya sebelumnya, yaitu COCOMO. Dibanding COCOMO, COCOMO II memperhitungkan lebih banyak pengembangan modern pada pengembangan perangkat lunak, seperti rapid development using dynamic languages, development by component composition, dan use of database programming. Model ini juga mendukung pengembangan model spiral [22]. Pada COCOMO II, usaha dinyatakan dalam satuan Person-Month(PM). Person-

Month adalah jumlah waktu dari satu orang yang digunakan untuk mengerjakan pengembangan perangkat lunak dalam satu bulan dimana nilainya adalah 152 jam per Person-Month [11].

Berikut adalah sub model yang merupakan bagian dari COCOMO II [22] [11]:

2.2.3.1 Model Komposisi Aplikasi(Application-Composition Model)

Model ini diperkenalkan kepada COCOMO II bertujuan untuk mendukung estimasi usaha yang dibutuhkan untuk prototyping projects dan proyek yang perangkat lunaknya dikembangkan dari menyusun komponen yang sudah ada(existing component). Model ini berbasis kepada estimasi dari application points berbobot, dibagi berdasarkan sebuah standar dari produktivitas application points. Estimasi ini kemudian diatur berdasarkan tingkat kesulitan pengembangan masing-masing application points. Produktivitas bergantung kepada pengalaman dan kapabilitas pengembang dan juga kapabilitas dari alat perangkat lunak(ICASE) yang digunakan untuk mendukung pengembangan. Berikut adalah tingkatan produktivitas application points yang ditawarkan oleh pengembang COCOMO II(B. Boehm):

Tabel 2.8 Tingkatan Produktivitas Application Points

Pengalaman dan Kapabilitas Pengembang	Very Low	Low	Nominal	High	Very High
Kematangan dan Kapabilitas ICASE	Very Low	Low	Nominal	High	Very High
PROD(NAP/mont h)	4	7	13	25	50

Kemudian, berikut ini adalah formula final dari hitungan usaha untuk sistem prototipe:

$$PM = (NAP \times (1 - \%reuse/100)) / PROD$$

Persamaan 2.1 Formula Final Hitungan Usaha untuk Sistem prototipe

Keterangan:

1. PM : Estimasi usaha dalam satuan person month
2. NAP : Jumlah dari application points yang sistem yang dihasilkan
3. %reuse : Estimasi dari jumlah kode yang digunakan lagi (reused code) dalam pengembangan
4. PROD : Produktivitas application point yang sudah ditampilkan pada tabel diatas

2.2.3.2 Model Desain Awal(Early Design Model)

Model ini mungkin akan digunakan pada tahap awal dari sebuah proyek, sebelum desain arsitektur detail dari sistem tersedia. Estimasi desain awal adalah yang paling berguna ketika akan melakukan eksplorasi opsi dimana terdapat kebutuhan untuk membandingkan cara/keadaan yang berbeda dalam mengimplementasikan kebutuhan pengguna. Model ini mengasumsikan bahwa kebutuhan pengguna sudah disetujui dan tahap inisiasi dari proses desain sistem sedang berjalan. Tujuan dari tahap ini adalah harus bisa menghasilkan estimasi biaya yang cepat dan terdekat. Karena itu, asumsi yang dibuat harus sudah disederhanakan, contohnya adalah asumsi bahwa usaha yang dipengaruhi oleh mengintegrasikan kode adalah nol.

Estimasi yang dihasilkan pada tahap ini berbasis kepada formula standar untuk model algoritma, yaitu:

$$\text{Usaha}(\text{Effort}) = A \times \text{Size}^B \times M$$

Persamaan 2.2 Formula Standar untuk Model Algoritma

Keterangan:

1. A : Sebuah koefisien bernilai 2.94
2. Size : Dinyatakan dalam satuan KSLOC(Kilo Souce Line of Codes) yang didapatkan dari estimasi jumlah function point dari perangkat lunak
3. B : Peningkatan usaha yang dibutuhkan saat ukuran dari proyek bertambah besar yang nilainya

bervariasi dari 1.1 sampai 1.24(tergantung dari kebaruan(novelty), fleksibilitas pengembangan, proses resolusi risiko yang digunakan, tingkat kohesi dari tim pengembang, dan tingkat kedewasaan proses dari organisasi)

Kemudian, model ini mengalami penyesuaian pada COCOMO II menjadi:

$$PM = 2.94 \times Size^{(1.1-1.24)} \times M$$

dimana,

$$M = PERS \times RCPX \times RUSE \times PDIF \times PREX \times FCIL \times SCED$$

Persamaan 2.3 Formula Final Hitungan Usaha untuk Model Desain Awal

Keterangan:

1. M : Multiplier yang berbasis kepada 7 atribut proyek dan proses yang meningkatkan maupun menurunkan estimasi
2. PERS : Kapabilitas personel(personnel capability) yang bernilai dari 1(very low) sampai 6(very high)
3. RCPX : Reliabilitas dan kompleksitas produk(reliability and complexity product) yang bernilai dari 1(very low) sampai 6(very high)
4. RUSE : Kebutuhan penggunaan kembali(reuse required) yang bernilai dari 1(very low) sampai 6(very high)
5. PDIF : Kesulitan peron(platform difficulty) yang bernilai dari 1(very low) sampai 6(very high)
6. PREX : Pengalaman personel(personnel experience) yang bernilai dari 1(very low) sampai 6(very high)
7. FCIL : Fasilitas pendukung(support facilites) yang bernilai dari 1(very low) sampai 6(very high)

8. SCED : Jadwal(schedule) yang bernilai dari 1(very low) sampai 6(very high)

2.2.3.3 Model Penggunaan Kembali(Reuse Model)

Model ini digunakan untuk mengestimasi usaha yang dibutuhkan untuk mengintegrasikan kode yang dapat digunakan kembali atau yang telah dihasilkan(reusable or generated code). COCOMO II menganggap bahwa terdapat 2 jenis kode yang digunakan kembali(reused code). Kode Black-box adalah kode yang dapat digunakan kembali tanpa harus memahami kode tersebut terlebih dahulu atau mengubahnya. Usaha pengembangan dari jenis tersebut adalah sama dengan nol. Kemudian, yang kedua adalah kode White-box. Kode jenis ini harus beradaptasi untuk mengintegrasikan dirinya dengan kode baru atau komponen yang digunakan kembali(reused component) lainnya. Usaha pengembangan dibutuhkan untuk menggunakan kembali karena kode tersebut harus dipahami dan diubah terlebih dahulu sebelum dapat bekerja dengan baik pada sistem.

Model penggunaan kembali COCOMO II termasuk sebuah formula untuk mengestimasi usaha yang dibutuhkan untuk mengintegrasikan kode yang telah dihasilkan(generated code):

$PM_{AUTO} = (ASLOC \times AT / 100) / ATPROD //$ Estimasi untuk kode yang telah dihasilkan(*generated code*)

Persamaan 2.4 Formula untuk Mengestimasi Usaha yang Dibutuhkan Untuk Mengintegrasikan Kode yang Telah Dihasilkan(Generated Code)
Keterangan:

1. ASLOC : Jumlah baris kode yang digunakan kembali(reused code), termasuk kode yang dihasilkan secara otomatis
2. AT : Persentase dari kode yang digunakan kembali(reused code) yang dihasilkan secara otomatis

3. ATPROD : Produktivitas dari insinyur yang mengintegrasikan kode tersebut yang nilainya menurut B. Boehm adalah 2400

Hitungan usaha terpisah digunakan untuk mengestimasi usaha yang dibutuhkan untuk mengintegrasikan kode yang digunakan kembali dari sistem lain. Kode yang digunakan kembali tersebut tidak menghitung usaha secara langsung dari sebuah estimasi jumlah komponen yang digunakan kembali. Sebaliknya, berdasarkan dari jumlah baris kode yang digunakan kembali, model tersebut menyediakan basis atau dasar untuk menghitung jumlah baris kode baru(ESLOC). Hal ini berbasis kepada jumlah kode yang dapat digunakan kembali yang harus diubah atau dimodifikasi dan sebuah pengali(multiplier) yang merefleksikan jumlah pekerjaan yang dibutuhkan untuk menggunakan kembali komponen tersebut. Formula untuk menghitung ESLOC memperhitungkan usaha yang dibutuhkan memahami perangkat lunak, mengubah kode yang dapat digunakan kembali, dan mengubah sistem untuk mengintegrasikan kode tersebut. Berikut adalah formula yang digunakan untuk menghitung jumlah ekuivalen baris kode program baru:

$$\text{ESLOC} = \text{ASLOC} \times \text{AAM}$$

dimana,

$$\text{AAM} = \text{AAF} + \text{SU} + \text{AA}$$

Persamaan 2.5 Formula yang Digunakan untuk Menghitung Jumlah Ekuivalen Baris Kode Program Baru

Keterangan:

1. ESLOC : Jumlah ekuivalen baris kode program baru
2. ASLOC : Jumlah baris kode pada komponen yang harus diubah
3. AAM : Adaption adjustment multiplier berfungsi mengatur estimasi untuk usaha tambahan yang dibutuhkan untuk menggunakan kembali kode.

4. AAF : Jumlah komponen adaptasi(adaption components) merepresentasikan biaya mengubah kode yang digunakan kembali termasuk sub komponen yang dilibatkan dalam perubahan desain, kode, dan integrasi.
5. SU : Komponen memahami(understanding components) merepresentasikan biaya memahami kode yang digunakan kembali dan keakraban(familiarity) insinyur dengan kode tersebut. Nilainya bervariasi dari 50(complex unstructured code) sampai 10(well written or object-oriented code)
6. AA : Faktor penilaian(assessment factor) merepresentasikan biaya penentuan keputusan dalam menggunakan kembali atau dengan kata lain biaya analisis apakah sebuah kode dapat digunakan kembali atau tidak. Nilainya bervariasi dari 0 sampai 8 bergantung kepada jumlah dari analisis yang dibutuhkan.

Jika beberapa adaptasi dapat diotomasi, usaha yang dibutuhkan akan berkurang. Karena itu, estimasi diatur dengan mengestimasi persentase dari kode yang beradaptasi secara otomatis(automatically adapted code(AT)) dan menggunakan ini untuk mengatur ASLOC. Berikut adalah formula akhirnya:

$$ESLOC = ASLOC \times (1 - AT / 100) \times AAM$$

Persamaan 2.6 Formula untuk Mengestimasi Usaha yang Dibutuhkan Untuk Mengintegrasikan Kode yang Telah Dihasilkan(Generated Code)

Setelah ESLOC dihitung, aplikasikan formula estimasi standar untuk menghitung total usaha yang dibutuhkan, dimana parameter Size = ESLOC. Kemudian, usaha ini ditambahkan pada usaha untuk mengintegrasikan kode yang telah dihasilkan(generated code) yang telah dihitung sebelumnya, sehingga total usaha yang dibutuhkan telah dihitung.

2.2.3.4 Model Pasca Arsitektur(Post-Architecture Model)

Model pasca arsitektur adalah model yang paling detail dari seluruh model-model COCOMO II. Model ini digunakan

setelah desain arsitektur awal dari sistem telah tersedia sehingga struktur sub sistem telah diketahui. Setelah itu, estimasi dari setiap bagian dari sistem dapat dibuat. Titik permulaan dari estimasi dihasilkan pada tingkatan pasca arsitektur sama dengan formula dasar yang digunakan pada estimasi model awal(early design model):

$$PM = A \times Size^E \times \prod_{i=1}^n EM_i$$

dimana,

$$E = B + 0.01 \times \sum_{j=1}^5 SF_j$$

Persamaan 2.7 Formula untuk Mengestimasi Usaha yang Dibutuhkan pada Tingkatan Pasca Arsitektur

Keterangan:

1. A : Sebuah koefisien bernilai 2.94
2. Size : Diturunkan dari perkiraan ukuran dari modul perangkat lunak yang nantinya akan menyusun program aplikasi. Bisa juga diturunkan dari unadjusted function points(UFP) yang kemudian dikonversikan ke satuan KSLOC(1 KSLOC = 10000 SLOC)
3. E : Agregasi dari 5 scale factors(SF) untuk skala ekonomis atau disekonomis relatif yang dihadapi pada proyek perangkat lunak dengan ukuran yang berbeda-beda
4. EM : Tujuh belas effort multipliers pasca arsitektur
5. B : Sebuah koefisien berniali 0.91
6. SF : Lima scale factor pasca arsitektur

2.2.3.4.1 Unadjusted Function Points(UFP)

Prosedur COCOMO II untuk menentukan unadjusted function points(UFP) mengikuti definisi pada IFPUG 1994. Prosedur yang terdiri dari 4 langkah ini, digunakan pada kedua sub model

COCOMO II yaitu pada model desain awal dan model pasca arsitektur. Berikut adalah keempat langkah tersebut [11]:

1. Tentukan penghitungan function berdasarkan jenisnya. Sehingga, yang dicari adalah jumlah function dari masing-masing 5 jenis user function yaitu:
 - a. Internal logical file(ILF) : Fungsi yang berkaitan dengan penyimpanan data
 - b. External interface file(EIF) : Fungsi yang berkaitan dengan komunikasi data dengan perangkat atau mesin lain
 - c. External input(EI) : Fungsi yang berkaitan dengan interface yang digunakan pengguna untuk memasukkan data pada aplikasi
 - d. External output(EO) : Fungsi yang berkaitan dengan output yang dihasilkan aplikasi untuk pengguna
 - e. External inquiry(EQ) : Fungsi yang berkaitan dengan query terhadap data yang tersimpan
2. Tentukan berapa jumlah fungsi pada masing-masing tingkatan kompleksitas tiap jenis fungsi. Klasifikasikan setiap function ke tingkatan kompleksitas low, average, high tergantung kepada jumlah jenis elemen data yang terkandung dan jumlah jenis dokumen yang direferensikan. Sehingga, nantinya bisa didapatkan berapa jumlah fungsi EI pada ketiga tingkatan kompleksitas tersebut. Berikut adalah tabel penghitungannya:

Tabel 2.9 Penghitungan Kompleksitas Function Points

For Internal Logical Files and External Interface Files			
	Data Elements		
Record Element	1-19	20-50	51+
1	Low	Low	Avg.
2-5	Low	Avg.	High

6+	Avg.	High	High
For External Output and External Inquiry			
	Data Elements		
File Types	1-5	6-19	20+
0 or 1	Low	Low	Avg.
2-3	Low	Avg.	High
4+	Avg.	High	High
For External Input			
	Data Elements		
File Types	1-4	5-15	16+
0 or 1	Low	Low	Avg.
2-3	Low	Avg.	High
3+	Avg.	High	High

3. Terapkan bobot kompleksitas. Bobotkan jumlah dari masing-masing jenis function pada tiap tingkatan kompleksitas menggunakan skema dibawah ini:

Tabel 2.10 Bobot Penghitungan Kompleksitas Function Points

	Complexity Weight		
Function Type	Low	Average	High
Internal Logical Files	7	10	15
External Interfaces Files	5	7	10
External Inputs	3	4	6
External Outputs	4	5	7
External Inquiries	3	4	6

4. Hitunglah unadjusted function points. Tambahkan seluruh bobot function untuk mendapatkan total berapa UFPnya. Setelah itu, kalikan jumlah tersebut dengan nilai konversi UFP/SLOC sesuai dengan bahasa pemrograman yang digunakan untuk mendapatkan berapa total SLOC estimasi.

2.2.3.4.2 *Effort Multiplier(EM)*

Ketujuh belas effort multiplier pada pasca arsitektur digunakan pada model COCOMO II untuk mengatur usaha nominal, Person-Months, untuk merefleksikan produk perangkat lunak sedang dalam pengembangan. Masing-masing effort multiplier memiliki rentang tingkatan nilai, dari very low sampai extra high. Ketujuh belas effort multiplier tersebut dibagi kedalam 4 kelompok, yaitu product, platform, personnel, dan project. Berikut adalah tabel pengelompokan effort multiplier:

Tabel 2.11 Pengelompokan Effort Multiplier COCOMO II

Kelompok	Effort Multiplier(EM)
Product	RELY, DATA, CPLX, RUSE, DOCU
Platform	TIME, STOR, PVOL
Personnel	ACAP, PCAP, PCON, APEX, PEXP, LTEX
Project	TOOL, SITE, SCED

Kemudian, berikut ini adalah tabel bobot dari effort multiplier COCOMO II [11]:

Tabel 2.12 Bobot dari Effort Multiplier COCOMO II

Effort Multiplier	Very Low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
RELY	0.82	0.92	1.00	1.10	1.26	n/a
DATA	n/a	0.90	1.00	1.14	1.28	n/a
CPLX	0.73	0.87	1.00	1.17	1.34	1.74
RUSE	n/a	0.95	1.00	1.07	1.15	1.24
DOCU	0.81	0.91	1.00	1.11	1.23	n/a
TIME	n/a	n.a	1.00	1.11	1.29	1.63
STOR	n/a	n/a	1/00	1.05	1.17	1.46
PVOL	n/a	0.87	1.00	1.15	1.30	n/a
ACAP	1.42	1.19	1.00	0.85	0.71	n/a

Effort Multiplier	Very Low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
PCAP	1.34	1.15	1.00	0.88	0.76	n/a
PCON	1.29	1.12	1.00	0.90	0.81	n/a
APEX	1.22	1.10	1.00	0.88	0.81	n/a
PLEX	1.19	1.09	1.00	0.91	0.85	n/a
LTEX	1.20	1.09	1.00	0.91	0.84	n/a
TOOL	1.17	1.09	1.00	0.90	0.78	n/a
SITE	1.22	1.09	1.00	0.93	0.86	0.80
SCED	1.43	1.14	1.00	1.00	1.00	n/a

2.2.3.4.3 Scale Factors(SF)

Pemilihan scale factors berbasis kepada rasionalitas bahwa faktor-faktor tersebut adalah sebuah sumber yang signifikan dari variasi eksponensial(exponential variation) pada variasi usaha atau produktivitas proyek. Tiap scale factor memiliki sebuah rentang tingkatan nilai, dari very low sampai extra high. Tiap tingkatan nilai mempunyai sebuah bobot. Nilai spesifik dari bobot tersebut disebut sebagai sebuah scale factor(SF). Berikut adalah ke-lima scale factor dari COCOMO II [11]:

1. Presedkannes atau precedentedness(PREC)
2. Fleksibilitas pengembangan atau development flexibility(FLEX)
3. Resolusi risiko atau risk resolution(RESL)
4. Kohesi tim atau team cohesion(TEAM)
5. Kematangan proyek atau project maturity(PMAT)

Kemudian, berikut ini adalah tabel bobot dari scale factor COCOMO II [11]:

Tabel 2.13 Bobot dari Scale Factor COCOMO II

Scale Factors	Very Low	Low	Nominal	High	Very High	Extra High
PREC	6.20	4.96	3.72	2.48	1.24	0.00
FLEX	5.07	4.96	3.04	2.03	1.01	0.00
RESL	7.07	5.65	4.24	2.83	1.41	0.00
TEAM	5.48	4.38	3.29	2.19	1.10	0.00
PMAT	7.80	6.24	4.68	3.12	1.56	0.00

2.2.4 Source Lines of Code(SLOC)

Source Lines of code(SLOC) adalah sebuah ukuran/metrik yang secara umum digunakan mengevaluasi sebuah program perangkat lunak atau basis kode sesuai tergantung besar kecilnya. COCOMO II menggunakan istilah logical source sebagai standar SLOC. Logical source disebut Logical Line of Code(LLOC). LLOC adalah jumlah baris logik atau baris yang tidak hanya mengandung baris kosong atau komentar. Jadi, didalam baris logik terdapat eksekusi atau deklarasi. Baris yang hanya mengandung baris kosong atau komentar tidak termasuk kedalam baris logik. Jadi, bila diringkas, LLOC menghitung semua baris logik, terkecuali [23]:

1. Baris komentar(LLOC')
2. Baris kosong(LLOW)
3. Baris yang dikeluarkan oleh perintah pengkompilasi kondisional

Pada model COCOMO II, terdapat beberapa jenis SLOC. Salah satunya adalah SLOC(Source Lines of Code) itu sendiri, yaitu jumlah baris kode program baru yang nantinya akan dihasilkan pada proyek pengembangan perangkat lunak. Sehingga, kode program yang dihasilkan secara otomatis maupun kode program yang dapat digunakan kembali tidak termasuk ke dalam nilai SLOC [11].

2.2.5 Ukuran Proyek Pengembangan Perangkat Lunak

Berikut adalah kategori ukuran proyek pengembangan perangkat lunak menurut IFPUG(International Function Point Users Group) [24]:

Tabel 2.14 Kategori Ukuran Proyek Pengembangan Perangkat Lunak Menurut IFPUG(International Function Point Users Group)

Ukuran Relatif	Kode Ukuran	Ukuran Function Point
Extra-extra-small	XXS	=>0 sampai <10
Extra-small	XS	=>10 sampai <30
Small	S	=>30 sampai <100
Medium1	M1	=>100 sampai <300

Ukuran Relatif	Kode Ukuran	Ukuran Function Point
Medium2	M2	=>300 sampai <1000
Large	L	=>1000 sampai <3000
Extra-large	XL	=>3000 sampai <9000
Extra-extra-large	XXL	=>9000 sampai <18000
Extra-extra-extra-large	XXXL	=>18000

Sehingga, berikut adalah kategori ukuran proyek pengembangan perangkat lunak Java mengacu kepada standar konversi function point ke SLOC pada COCOMO II [11]:

Tabel 2.15 Kategori Ukuran Proyek Pengembangan Perangkat Lunak JAVA

Ukuran Relatif	Kode Ukuran	Ukuran SLOC JAVA
Extra-extra-small	XXS	=>0 sampai <530
Extra-small	XS	=>530 sampai <1590
Small	S	=>1590 sampai <5300
Medium1	M1	=>5300 sampai <15900
Medium2	M2	=>15900 sampai <53000
Large	L	=>53000 sampai <159000
Extra-large	XL	=>159000 sampai <477000
Extra-extra-large	XXL	=>477000 sampai <954000
Extra-extra-extra-large	XXXL	=>954000

2.2.6 Business Process Model(BPM)

Model proses bisnis(BPM) adalah seni dan sains untuk mengawasi bagaimana pekerjaan dilakukan dalam sebuah organisasi untuk memastikan hasil yang konsisten dan untuk memanfaatkan peluang-peluang perbaikan(improvement opportunities). Dalam konteks ini, istilah "perbaikan" mungkin berbeda arti tergantung pada tujuan organisasi. Contoh umum

dari tujuan perbaikan meliputi pengurangan biaya, mengurangi waktu eksekusi, dan mengurangi tingkat kesalahan. Inisiatif perbaikan bisa jadi dilakukan sekali saja(one-off), tapi juga ada yang bersifat kontinu. Yang penting, BPM bukan tentang memperbaiki cara aktivitas individu dilakukan. Sebaliknya, ini tentang mengelola seluruh rantai peristiwa, aktivitas, dan keputusan yang pada akhirnya memberi nilai tambah bagi organisasi dan pelanggannya. "Rangkaian peristiwa, aktivitas dan keputusan" ini disebut proses [25].

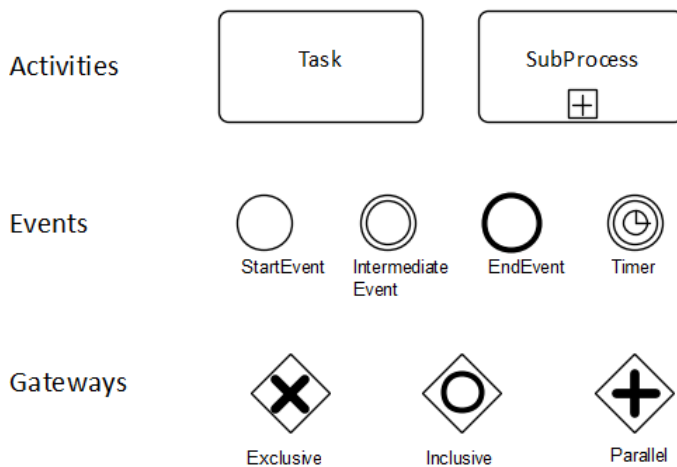
Setiap organisasi baik pemerintah, organisasi non-profit, atau perusahaan harus mengelola sejumlah proses. Berikut adalah contoh proses yang dapat ditemukan di kebanyakan organisasi meliputi [25]:

1. Order-to-cash : Ini adalah jenis proses yang dilakukan oleh vendor, yang dimulai saat pelanggan mengajukan pesanan untuk membeli produk atau layanan dan berakhir saat produk atau layanan tersebut dikirim ke pelanggan dan pelanggan telah melakukan pembayaran yang sesuai
2. Quote-to-order : Jenis proses ini biasanya mendahului proses order-to-cash. Ini dimulai dari titik ketika pemasok menerima "Request for Quote"(RFQ) dari pelanggan dan berakhir saat pelanggan tersebut mengajukan pesanan pembelian berdasarkan kutipan yang diterima.
3. Procure-to-pay : Jenis proses ini dimulai saat seseorang dalam organisasi menentukan bahwa produk atau layanan tertentu perlu dibeli. Ini berakhir ketika produk atau layanan telah dikirim dan dibayar.
4. Issue-to-resolution :. Jenis proses ini dimulai saat pelanggan mengalami masalah, seperti keluhan terkait dengan cacat pada produk atau masalah yang dihadapi saat mengkonsumsi layanan.
5. Application-to-approval : Jenis proses ini dimulai ketika seseorang mengajukan manfaat atau hak istimewa

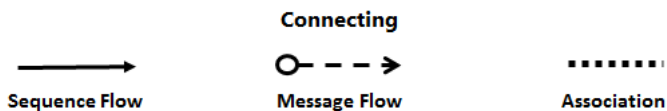
dan berakhir bila keuntungan atau hak istimewa yang bersangkutan diberikan atau ditolak.

2.2.7 Business Process Model and Notation(BPMN)

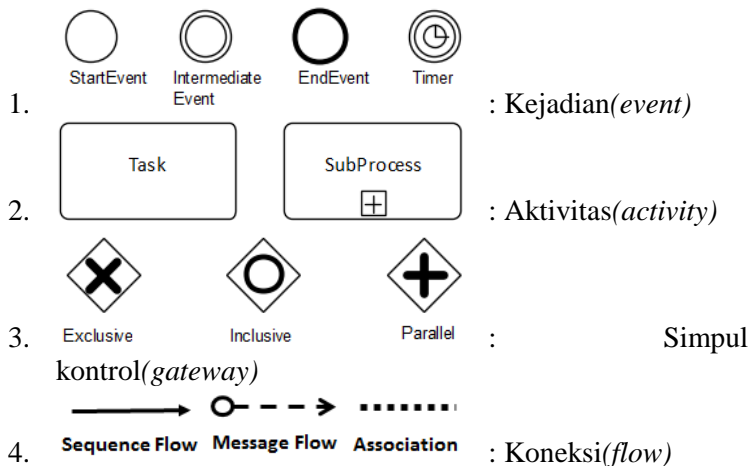
Model Proses Bisnis dan Notasi(BPMN) adalah standar yang banyak digunakan untuk pemodelan proses. Versi terbaru BPMN adalah BPMN 2.0. Model ini dirilis sebagai standar oleh Object Management Group(OMG) pada tahun 2011. Di BPMN, aktivitas atau task diwakili dengan rounded rectangles. Simpul kontrol atau gateway diwakili menggunakan bentuk berlian. Aktivitas dan simpul kontrol dihubungkan dengan menggunakan busur atau flow yang menentukan urutan proses eksekusi [25]. Berikut adalah notasi-notasinya:



Gambar 2.1 Notasi BPMN(1)



Gambar 2.2 Notasi BPMN(2)



2.2.8 Activity Diagram(UML)

Diagram aktivitas(Activity Diagram) merupakan diagram penting lainnya dalam UML untuk menggambarkan aspek dinamik sistem. Diagram aktivitas pada dasarnya adalah diagram alur(flow chart) untuk mewakili arus dari satu aktivitas ke aktivitas lainnya. Aktivitas tersebut dapat digambarkan sebagai operasi sistem. Aliran kontrol(control flow) diambil dari satu operasi ke operasi lainnya. Aliran ini bisa berurutan(sequential), bercabang(branched), atau berbarengan(concurrent). Diagram aktivitas berhubungan dengan semua jenis flow control dengan menggunakan elemen yang berbeda seperti fork, join, dll [26].

Tujuan dasar dari diagram aktivitas adalah untuk menunjukan aliran pesan dari satu aktivitas ke aktivitas yang lain. Hal ini dikarenakan diagram aktivitas menangkap perilaku dinamis dari sebuah sistem. Namun, diagram aktivitas tidak hanya digunakan untuk memvisualisasikan perilaku dinamis sebuah sistem. Diagram ini juga digunakan untuk membangun sistem yang dapat dieksekusi dengan menggunakan teknik maju(forward engineering) dan mundur(reverse engineering) [26].

Secara keseluruhan, berikut adalah tujuan dari diagram aktivitas [26]:

1. Menggambar aliran aktivitas sebuah sistem
2. Menjelaskan urutan dari satu aktivitas ke aktivitas lainnya
3. Menjelaskan aliran paralel(paraller), bercabang(branched), dan bersamaan(concurrent) dari sebuah sistem

2.2.9 Java

Java adalah bahasa pemrograman komputer dengan tujuan umum yang berbarengan, berbasis kelas, berorientasi objek, dan dirancang khusus untuk memiliki sedikit dependensi implementasi semaksimal mungkin [27]. Hal ini dimaksudkan agar pengembang aplikasi "menulis sekali, jalankan di mana saja" (WORA), yang berarti kode Java yang dikompilasi dapat berjalan di semua platform yang mendukung Java tanpa memerlukan kompilasi ulang [28].

Pada tahun 2016, Java adalah salah satu bahasa pemrograman terpopuler yang digunakan, terutama untuk aplikasi web client-server, dengan 9 juta pengembang yang dilaporkan [29]. Java awalnya dikembangkan oleh James Gosling di Sun Microsystems(yang sejak saat itu diakuisisi oleh Oracle Corporation) dan dirilis pada tahun 1995 sebagai komponen inti dari platform Java Sun Microsystems. Bahasa ini menghasilkan banyak sintaksnya dari C dan C++, namun memiliki lebih sedikit fasilitas tingkat rendah daripada keduanya.

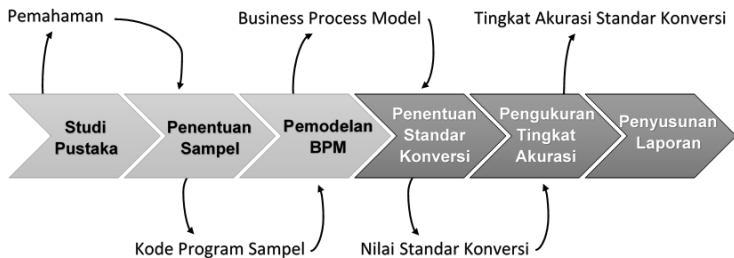
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai alur atau tahapan metodologi penelitian yang dilakukan oleh penulis dalam pengerjaan penelitian tugas akhir ini. Metode penelitian juga digunakan sebagai pedoman dalam pengerjaan penelitian tugas akhir agar mempunyai arah dan terstruktur.

3.1 Desain Penelitian

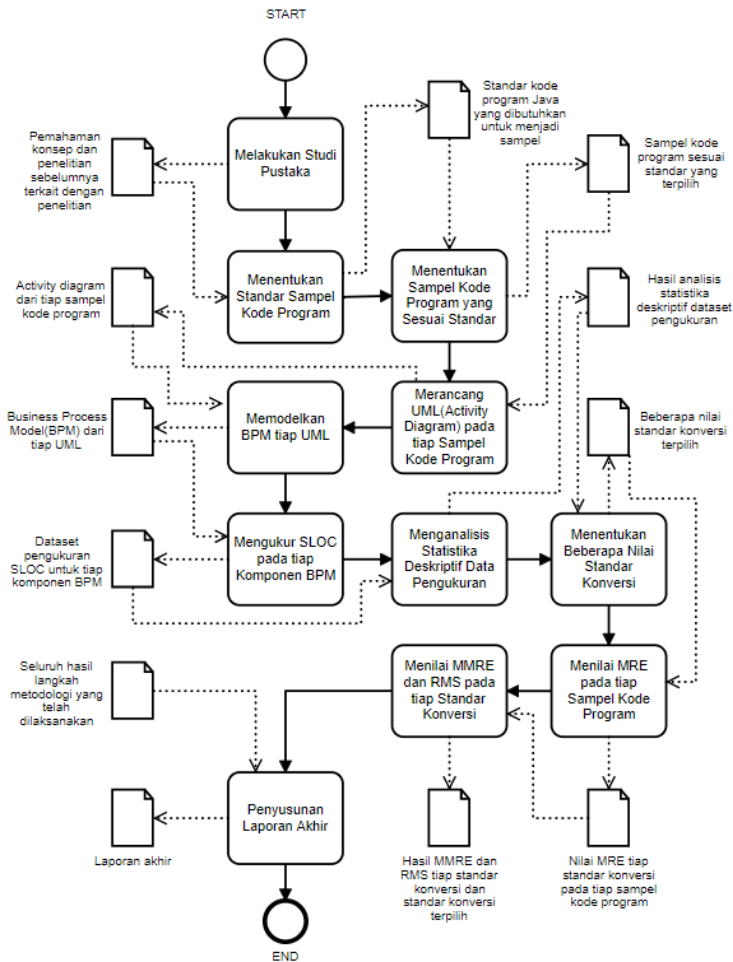
Berikut desain penelitian dari pengerjaan tugas akhir ini:



Gambar 3.1 Desain Penelitian

3.2 Metodologi Penelitian

Berikut tahapan metodologi penelitian dari pengerjaan tugas akhir ini:



Gambar 3.2 Tahapan Metodologi Penelitian

3.2.1 Studi Pustaka

Studi pustaka yang dilakukan adalah dengan berbagai referensi seperti penelitian sebelumnya, buku pustaka, jurnal, dan dokumen-dokumen terkait yang mendukung penyelesaian tugas akhir ini. Studi pustaka didasarkan pada topik yang telah dipilih

yaitu mengenai perancangan alternatif baru yang dapat menggantikan penggunaan metode konversi function point menjadi SLOC pada COCOMO II menggunakan metode tertentu.

Untuk mencari metode tersebut, dilakukan gap analysis untuk mencari kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode yang pernah diterapkan dalam kasus yang serupa. Akhirnya, didapatkan menggunakan metode konversi komponen model proses bisnis(BPM) menjadi SLOC.

3.2.2 Penentuan Standar Sampel Kode Program

Pada langkah ini, akan dilakukan penentuan standar sampel kode program yang akan dijadikan dasar untuk menseleksi kode program yang nantinya akan dijadikan sampel penelitian. Hal ini dilakukan agar sampel kode program yang dijadikan sampel tidak terlalu bias. Standar yang dimaksud disini adalah standar karakteristik kode program bahasa pemrograman Java.

Sehingga, secara keseluruhan, masukan dari proses ini adalah pemahaman mengenai karakteristik dari kode program Java. Pemahaman yang telah didapatkan akan diproses secara subjektif oleh penulis. Selanjutnya, akan didapatkan luaran dari proses ini yaitu standar karakteristik kode program Java yang nantinya akan digunakan untuk menseleksi kode program yang akan dijadikan sampel penelitian.

3.2.3 Penentuan Sampel Kode Program yang Sesuai Standar

Pada langkah ini, akan dilakukan penentuan kode program yang akan dijadikan sampel penelitian. Kode-kode program akan diseleksi menggunakan standar yang sudah ditentukan pada langkah sebelumnya.

Sehingga, secara keseluruhan, masukan dari proses ini adalah standar karakteristik kode program Java. Standar karakteristik tersebut akan digunakan untuk menseleksi calon sampel kode program. Selanjutnya, akan didapatkan luaran dari proses ini yaitu sampel kode program Java yang sesuai standar

karakteristik tertentu yang nantinya akan digunakan sebagai sampel penelitian.

3.2.4 Perancangan UML(Activity Diagram) pada tiap Sampel Kode Program

Pada langkah ini, akan dilakukan perancangan activity diagram dari setiap sampel kode program. Hal ini dilakukan agar terhindar subjektivitas berlebih(memuluskan) sewaktu memodelkan model proses bisnisnya(BPM). Metode yang digunakan merujuk dari salah satu penelitian sebelumnya [14] agar activity diagram yang dirancang nantinya sudah mencakup NFR yang dimiliki dari sampel kode program, bukan hanya FRnya saja.

Sehingga, secara keseluruhan, masukan dari proses ini adalah sampel kode program Java yang sesuai standar karakteristik tertentu. Masing-masing sampel kode program Java tersebut akan dirancang UML(activity Diagram)nya menggunakan sebuah metode dari sebuah penelitian yang terdiri dari beberapa langkah agar activity diagram yang dirancang nantinya juga mencakup NFR [14]. Selanjutnya, akan didapatkan luaran dari proses ini yaitu rancangan UML(activity Diagram) dari masing-masing sampel kode program yang nantinya akan dimodelkan BPMnya.

3.2.5 Pemodelan BPM tiap UML

Pada langkah ini, akan dilakukan pemodelan model proses bisnis dari setiap activity diagram yang telah dibuat pada langkah sebelumnya menggunakan sebuah model transformasi atau konversi yang dirujuk dari salah satu penelitian sebelumnya [15]. Konversi yang dimaksud adalah konversi untuk tiap komponen BPMN yang dinyatakan menjadi komponen atau beberapa komponen activity diagram(UML). Model proses bisnis yang dibuat adalah yang menggunakan notasi BPMN.

Sehingga, secara keseluruhan, masukan dari proses ini adalah rancangan UML(activity Diagram) dari masing-masing sampel

kode program. Masing-masing rancangan UML(activity diagram) sampel kode program akan dimodelkan BPMnya menggunakan sebuah standar konversi notasi dari UML(activity diagram) ke BPM dari sebuah penelitian [15]. Selanjutnya, akan didapatkan luaran dari proses ini yaitu model BPM dari masing-masing UML(activity Diagram) sampel kode program yang nantinya akan diukur nilai SLOC pada masing-masing jenis aktivitasnya.

3.2.6 Pengukuran SLOC pada tiap Komponen BPM

Pada langkah ini, akan dilakukan pengukuran pada setiap komponen BPM yaitu pada setiap jenis aktivitas BPM. Jadi, nantinya tiap jenis aktivitas BPM dari seluruh model proses bisnis yang sudah dibuat akan diukur berapa jumlah baris kode program(SLOC) yang dihasilkannya(tidak termasuk kode program yang dihasilkan secara otomatis maupun kode program yang dapat digunakan kembali). Nantinya, dari tiap jenis aktivitas akan didapatkan sejumlah data pengukuran.

Sehingga, secara keseluruhan, masukan dari proses ini adalah model BPM dari masing-masing sampel kode program. Setiap jenis aktivitas dari masing-masing model BPM akan diukur berapa jumlah baris kode program yang dihasilkannya(tidak termasuk kode program yang dihasilkan secara otomatis maupun kode program yang dapat digunakan kembali). Selanjutnya, akan didapatkan luaran dari proses ini yaitu dataset pengukuran SLOC tiap jenis aktivitas BPM yang nantinya akan dianalisa menggunakan metode statistika deskriptif.

3.2.7 Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran

Pada langkah ini, akan dilakukan analisis pada data hasil pengukuran SLOC tiap jenis aktivitas proses bisnis dari model proses bisnis yang telah dibuat. Analisis yang dilakukan adalah analisa statistika deskriptif dari masing-masing komponen proses bisnis. Contoh, untuk komponen user task, didapatkan 12 data pengukuran SLOC. Dari data pengukuran pada komponen tersebut, dilakukanlah analisa statistika deskriptif

yaitu mencari nilai rata-rata(mean), modus(mode), median(median), dan nilai kuartil(quartile).

Nantinya, sebagian atau semua dari keempat nilai tersebut akan dijadikan nilai standar konversi sementara yang akan dinilai tingkat akurasinya berdasarkan metode MMRE dan RMS.

Sehingga, secara keseluruhan, masukan dari proses ini adalah dataset pengukuran SLOC tiap jenis aktivitas BPM. Setiap dataset pengukuran SLOC dari masing-masing jenis aktivitas BPM akan dianalisa menggunakan statistika deskriptif(nilai rata-rata(mean), modus(mode), median(median), dan nilai kuartil(quartile)). Selanjutnya, akan didapatkan luaran dari proses ini yaitu hasil analisis statistika deskriptif dari dataset pengukuran SLOC tiap jenis aktivitas BPM yang nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan nilai standar konversi sementara.

3.2.8 Penentuan Beberapa Nilai Standar Konversi

Pada langkah ini, akan dilakukan penentuan beberapa nilai standar konversi untuk tiap jenis aktivitas BPM. Jadi, nantinya untuk satu jenis aktivitas BPM akan diajukan beberapa nilai standar konversinya. Beberapa nilai standar konversi untuk tiap komponen BPM tersebut akan didapatkan dari hasil analisis statistika deskriptif yaitu nilai rata-rata(mean), modus(mode), median(median), atau nilai kuartil(quartile) untuk setiap dataset pengukuran tiap jenis aktivitas BPM.

Sehingga, secara keseluruhan, masukan dari proses ini adalah hasil analisis statistika deskriptif dari dataset pengukuran SLOC tiap jenis aktivitas BPM. Hasil analisis statistika deskriptif tersebut akan dijadikan beberapa nilai standar konversi sementara tiap jenis aktivitas BPM. Selanjutnya, akan didapatkan luaran dari proses ini yaitu beberapa nilai standar konversi SLOC sementara tiap jenis aktivitas BPM yang nantinya akan dinilai MREnya masing-masing.

3.2.9 Penilaian MRE pada tiap Sampel Kode Program

Pada langkah ini, akan dilakukan penilaian terhadap Magnitude Relative Error dari masing-masing sampel kode program sebanyak nilai standar konversi sementara. Jadi, semisal terdapat 5 sampel kode program dan 4 nilai standar konversi, maka akan ada 20 penilaian MRE.

MRE sendiri adalah formula yang menghasilkan persentase eror absolut antara nilai aktual dan estimasi/prediksi. Berikut adalah formulanya [8]:

$$MRE_i = \frac{actual_i - estimated_i}{actual_i}$$

Persamaan 3.1 Formula untuk mencari nilai MRE

Disini, yang dijadikan sebagai nilai aktual hanyalah total nilai SLOC dari sampel kode program, yaitu jumlah baris kode program baru yang dihasilkan tidak termasuk nilai jumlah baris kode program yang dihasilkan secara otomatis atau jumlah baris kode program yang dapat digunakan kembali [11].

Sehingga, secara keseluruhan, masukan dari proses ini adalah beberapa nilai standar konversi SLOC sementara tiap komponen BPM. Beberapa nilai standar konversi tiap komponen tersebut akan dinilai akurasi menggunakan nilai MRE. Selanjutnya, akan didapatkan luaran dari proses ini yaitu nilai MRE dari tiap nilai standar konversi sementara pada masing-masing sampel kode program yang nantinya akan dijadikan masukan penilaian MMRE dan RMSnya pada tiap nilai standar konversi sementara.

3.2.10 Penilaian MMRE dan RMS pada tiap Standar Konversi

Pada langkah ini, akan dilakukan penilaian terhadap Mean Magnitude of Relative Error(MMRE) dan Root Mean Square(RMS) dari masing-masing nilai standar konversi. Jadi, semisal terdapat 3 nilai standar konversi, maka akan ada 3 penilaian MMRE dan 3 penilaian RMS.

MMRE sendiri adalah formula yang menghasilkan rata-rata persentase eror absolut antara nilai aktual dan estimasi/prediksi. Berikut adalah formulanya [8]:

$$MMRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n MRE_i$$

Persamaan 3.2 Formula untuk mencari nilai MMRE

Selanjutnya, berikut adalah formula dari RMS:

$$RMS = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{N}}$$

Persamaan 3.3 Formula untuk mencari nilai RMS

Sehingga, secara keseluruhan, masukan dari proses ini adalah nilai MRE dari tiap nilai standar konversi sementara pada masing-masing sampel kode program. Nilai MRE tersebut akan dijadikan masukan untuk menghitung nilai MMRE dan RMSnya dari tiap nilai standar konversi sementara. Selanjutnya, akan didapatkan luaran dari proses ini yaitu nilai MMRE dan RMSnya dari tiap nilai standar konversi sementara dan nilai standar konversi SLOC dari tiap komponen BPM terpilih yang memiliki tingkat akurasi tertinggi menurut MMRE dan RMSnya(yang terendah nilai MMRE dan RMSnya).

BAB IV

PERANCANGAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang terkait dengan perancangan penelitian Tugas Akhir, mulai dari rancangan penelitian hingga rencana pelaksanaan.

4.1 Perancangan Standar Sampel Kode Program

Perancangan standar sampel kode program merupakan proses yang dilalui oleh peneliti dalam merancang daftar standar atau kebutuhan yang harus dipenuhi oleh kode program Java agar nantinya dapat dijadikan sebagai sampel kode program penelitian ini. Berikut adalah table yang berisi daftar standar atau kebutuhan beserta dengan justifikasi mengapa standar atau kebutuhan tersebut harus dipenuhi oleh calon sampel kode program:

Tabel 4.1 Rancangan Standar/Kebutuhan Calon Sampel Kode Program

Kode Standar	Standar/Kebutuhan	Justifikasi
S1	Nilai SLOC kode program dibawah 5300	Standar ini dibutuhkan untuk memenuhi batasan masalah penelitian ini yaitu hanya terbatas pada pengembangan perangkat lunak berukuran kecil
S2	Project kode program(minimal terdapat dokumen .java)	Standar ini dibutuhkan agar nantinya dapat diketahui source code dari perangkat lunak tersebut dimana hal ini dibutuhkan untuk proses pengukuran
S3	Informasi IDE Tool(ekosistem pengembangan)	Standar ini dibutuhkan agar nantinya kode program dapat dijalankan dengan mudah dalam mode

Kode Standar	Standar/Kebutuhan	Justifikasi
		pengembangan dimana hal ini dibutuhkan untuk proses pengukuran
S4	Dokumen database(jika menggunakan database)	Standar ini dibutuhkan agar nantinya kode program dapat dijalankan seluruh fungsi-fungsinya dimana hal ini dibutuhkan untuk proses perancangan UML(activity diagram) dan pengukuran
S5	Dokumentasi UML(minimal diagram use case atau daftar functional requirement)	Standar ini dibutuhkan agar nantinya activity diagram yang dibuat sesuai dengan jumlah use case atau functional requirement dimana hal ini dibutuhkan untuk proses perancangan UML(activity diagram)
S6	Project dapat dijalankan	Standar ini dibutuhkan agar nantinya kode program dapat dijalankan seluruh fungsi-fungsinya dimana hal ini dibutuhkan untuk proses perancangan UML(activity diagram)
S7	Project diasumsikan mempunyai alur proses bisnis	Standar ini dibutuhkan agar nantinya kode program dapat dimodelkan proses bisnisnya dimana hal ini dibutuhkan untuk proses pemodelan proses bisnis dan pengukuran
S8	Sumber yang jelas	Standar ini dibutuhkan agar penelitian ini kredibel

Kode Standar	Standar/Kebutuhan	Justifikasi
		karena sumber data yang digunakan jelas

Standar atau kebutuhan diatas nantinya akan dijadikan sebagai alat bantu untuk menseleksi calon kode program yang nantinya akan dijadikan sebagai sampel penelitian ini.

4.2 Perencanaan Pembuatan UML(Activity Diagram) pada tiap Sampel Kode Program

Perencanaan perancangan UML(activity diagram) pada tiap sampel kode program merupakan proses yang dilalui oleh peneliti dalam merencanakan strategi atau tahapan yang harus dilaksanakan dalam merancang UML(activity diagram) pada tiap sampel kode program. Berikut adalah tahapan-tahapan yang harus dilalui peneliti dalam merancang UML(activity diagram) pada tiap sampel kode program:

1. Merancang daftar non-functional requirement(NFR) dari tiap-tiap sampel kode program. Daftar NFR dari tiap sampel kode program bisa didapatkan dengan cara menjalankan kode program tersebut dan mencoba seluruh functional requirement(FR)nya agar diketahui apakah terdapat NFR-NFR tertentu dalam memenuhi masing-masing FR dari sampel kode program tersebut.
2. Merancang diagram use case baru dengan menyertakan NFR yang dimiliki oleh masing-masing sampel kode program. NFR diwujudkan dalam bentuk sebuah objek yang bernama NFR itu sendiri dengan garis asosiasi mengontrol(controlled by) terhadap salah satu use case atau atau seluruh use case dari masing-masing sampel kode program.
3. Merancang activity diagram untuk tiap use case dari masing-masing sampel kode program dengan mempertimbangkan alur(jalannya) kode program dalam memenuhi use case tersebut dan NFR yang

mengontrolnya/mengintervensinya. Sehingga, nantinya activity diagram yang dirancang tidak hanya mencakup use case(FR), akan tetapi juga akan mencakup NFR dari sampel kode program tersebut. Sudut pandang yang digunakan dalam merancang activity diagram adalah flow of event(low level) yaitu perancangan activity diagram yang menggambarkan aksi dari pengguna dan reaksi dari sistem.

4.3 Perencanaan Pemodelan BPM tiap Sampel Kode Program

Perencanaan pemodelan BPM tiap sampel kode program merupakan proses yang dilalui peneliti dalam merencanakan strategi atau tahapan yang harus dilaksanakan dalam memodelkan BPM tiap sampel kode program. Berikut adalah tahapan-tahapan yang harus dilalui peneliti dalam memodelkan BPM tiap sampel kode program:

1. Memodelkan BPM dari tiap sampel kode program berdasarkan activity diagram masing-masing sampel kode program yang telah dirancang sebelumnya. Sudut pandang yang digunakan dalam memodelkan BPM adalah sudut pandang flow of business(high level) yaitu pemodelan BPM yang menggambarkan urutan-urutan aktivitas/transaksi pada kondisi proses bisnis telah siap untuk diotomasi(to be).
2. Menentukan jenis aktivitas dari masing-masing aktivitas yang terdapat pada tiap-tiap BPM sampel kode program. Berikut adalah jenis-jenis aktivitas beserta penjelasannya:
 - a. User Task : Aktivitas sederhana yang dijalankan oleh pengguna terhadap sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol kepala manusia pada pojok kiri atau kanan atasnya.
 - b. User Task Loop : Aktivitas sederhana yang dijalankan oleh pengguna berulang-ulang terhadap sistem. Dilambangkan dengan notasi

aktivitas dengan gambar kepala manusia pada pojok kiri atau kanan atasnya dan simbol panah membentuk lingkaran pada tengah bawahnya.

- c. User Task Multi Instance : Aktivitas kompleks yang dijalankan oleh pengguna terhadap sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan gambar kepala manusia pada pojok kiri atau kanan atasnya dan simbol 3 garis vertikal sejajar pada tengah bawahnya.
- d. Create Script Task : Aktivitas membuat/menyimpan/menghasilkan sederhana yang dijalankan oleh sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya dan (C) pada awal deskripsinya.
- e. Create Script Task Loop : Aktivitas membuat/menyimpan/menghasilkan sederhana yang dijalankan oleh sistem berulang-ulang. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya, simbol panah membentuk lingkaran pada tengah bawahnya, dan (C) pada awal deskripsinya.
- f. Create Script Task Multi Instance : Aktivitas membuat/menyimpan/menghasilkan kompleks yang dijalankan oleh sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya, simbol 3 garis vertikal sejajar pada tengah bawahnya, dan (C) pada awal deskripsinya.
- g. Read Script Task : Aktivitas menampilkan/mencari sederhana yang dijalankan oleh sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya dan (R) pada awal deskripsinya.
- h. Read Script Task Loop : Aktivitas menampilkan/mencari sederhana yang dijalankan oleh sistem berulang-ulang. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya, simbol panah membentuk lingkaran

pada tengah bawahnya, dan (R) pada awal deskripsinya.

- i. Read Script Task Multi Instance : Aktivitas menampilkan/mencari kompleks yang dijalankan oleh sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya, simbol 3 garis vertikal sejajar pada tengah bawahnya, dan (R) pada awal deskripsinya.
- j. Update Script Task : Aktivitas mengubah sederhana yang dijalankan oleh sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya dan (U) pada awal deskripsinya.
- k. Update Script Task Loop : Aktivitas mengubah sederhana yang dijalankan oleh sistem berulang-ulang. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya, simbol panah membentuk lingkaran pada tengah bawahnya, dan (U) pada awal deskripsinya.
- l. Update Script Task Multi Instance : Aktivitas mengubah kompleks yang dijalankan oleh sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya, simbol 3 garis vertikal sejajar pada tengah bawahnya, dan (U) pada awal deskripsinya.
- m. Delete Script Task : Aktivitas menghapus sederhana yang dijalankan oleh sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya dan (D) pada awal deskripsinya.
- n. Delete Script Task Loop : Aktivitas menghapus sederhana yang dijalankan oleh sistem berulang-ulang. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya, simbol panah membentuk lingkaran pada tengah bawahnya, dan (D) pada awal deskripsinya.

- o. Delete Script Task Multi Instance : Aktivitas menghapus kompleks yang dijalankan oleh sistem. Dilambangkan dengan notasi aktivitas dengan simbol gerigi pada pojok kiri atau kanan atasnya, simbol 3 garis vertikal sejajar pada tengah bawahnya, dan (D) pada awal deskripsinya.

4.4 Perencanaan Pengukuran SLOC pada tiap Jenis Aktivitas BPM

Perencanaan pengukuran SLOC pada tiap jenis aktivitas BPM merupakan proses yang dilalui peneliti dalam merencanakan strategi atau tahapan yang harus dilaksanakan dalam mengukur SLOC pada tiap jenis aktivitas BPM. Berikut adalah tahapan-tahapan yang harus dilalui peneliti dalam mengukur SLOC pada tiap jenis aktivitas BPM:

1. Membersihkan sampel kode program dari kode program-kode program yang tidak direpresentasikan oleh dokumen UML use case dari sampel kode program tersebut secara manual menggunakan IDE Tools masing-masing.
2. Mengukur konversi LLOC dari tiap komponen activity diagram yang berada pada partition sistem(reaksi system) secara manual menggunakan bantuan perangkat lunak Project Code Meter dan sebuah dokumen .java yang diberi nama Measuring.java. Berikut adalah urutan aktivitasnya:
 - a. Menentukan komponen activity diagram yang akan diukur konversi LLOCnya
 - b. Menyalin kode program yang diasumsikan sebagai konversi dari komponen activity diagram tersebut ke dokumen Measuring.java
 - c. Mengukur LLOC dari dokumen Measuring.java tersebut menggunakan perangkat lunak Project Code Meter
 - d. Mencatat data pengukuran LLOC pada awal deskripsi dari komponen activity diagram tersebut

3. Mengukur konversi LLOC dari tiap jenis aktivitas BPM secara manual dengan cara menjumlahkan seluruh data pengukuran/seluruh nilai konversi dari komponen activity diagram yang merupakan bagian dari komponen BPM tersebut. Berikut adalah urutan aktivitasnya:
 - a. Menentukan aktivitas BPM yang akan diukur konversi LLOCnya
 - b. Menentukan komponen activity diagram mana saja yang merupakan bagian dari komponen BPM tersebut
 - c. Menjumlahkan seluruh data pengukuran/seluruh nilai konversi dari komponen activity diagram tersebut sebagai data pengukuran/nilai konversi aktivitas BPM tersebut
 - d. Mencatat data pengukuran LLOC pada awal deskripsi dari aktivitas BPM tersebut
4. Merancang sebuah kertas kerja pengukuran untuk mencatat data pengukuran tiap jenis aktivitas BPM dan menyalin data pengukuran dari awal deskripsi komponen BPM tersebut ke kertas kerja pengukuran tersebut.

4.5 Perencanaan Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran

Perencanaan analisis statistika deskriptif data pengukuran merupakan proses yang dilalui peneliti dalam merencanakan strategi atau tahapan yang harus dilaksanakan dalam menganalisis statistika deskriptif data pengukuran. Berikut adalah tahapan-tahapan yang harus dilalui peneliti dalam menganalisis statistika deskriptif data pengukuran:

1. Menghitung nilai rata-rata/mean dari data pengukuran tiap jenis aktivitas BPM
2. Menghitung nilai modulus/mode dari data pengukuran tiap jenis aktivitas BPM

3. Menghitung nilai tengah/median dari data pengukuran tiap jenis aktivitas BPM
4. Menghitung nilai kuartil pertama/Q1 dari data pengukuran tiap jenis aktivitas BPM
5. Menghitung nilai kuartil ketiga/Q3 dari data pengukuran tiap jenis aktivitas BPM

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang terkait dengan Penentuan Sampel Kode Program. Perancangan UML(Activity Diagram) pada tiap Sampel Kode Program, Pemodelan BPM tiap UML, dan Pengukuran SLOC pada tiap Komponen BPM.

5.1 Penyeleksian Sampel Kode Program yang Sesuai Standar

Penyeleksian sampel kode program yang sesuai standar adalah proses yang dilalui oleh peneliti dalam menentukan beberapa kode program Java menjadi sampel penelitian melalui proses seleksi menggunakan standar atau kebutuhan yang telah dirancang pada proses sebelumnya. Pencarian calon kode program dilakukan pada 4 situs repositori perangkat lunak yaitu Github.com, Sourceforge.net, Kashipara.com, dan projects.student3k.com. Namun, pada 2 situs repositori pertama(Github.com dan Sourceforge.net) , peneliti tidak dapat mengakses sebagian informasi terkait dengan dipenuhi atau tidaknya standar sampel kode program yang telah dirancang pada kode program-kode program Java yang terdapat pada kedua situs tersebut. Sehingga, pencarian calon kode program hanya dilakukan pada 2 situs repositori terakhir(Kashipara.com dan projects.students3k.com). Didapatkanlah 10 kode program dari Kashipara.com dan 1 kode program dari projects.students3k.com. Berikut adalah tabel yang berisi daftar kode program beserta dengan pemenuhan standar untuk menjadi sampel penelitian:

Tabel 5.1 Daftar Sampel Kode Program beserta Pemenuhan Standar

Sampel Kode Program	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Airline Booking System	1101	V	Eclipse	N/A	Use Case	V	V	http://projects.students3k.com/airline-booking-system-code-download.html
Airline Reservation System	1995	V	Netbeans	MySQL	FR	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/648/airline-reservation-system-java-desktop-project-source-code-free-download
ATM Management System	2443	V	Eclipse	Ms. Access	FR	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/374/download-atm-management-system-desktop-application-source-code-with-database

Sampel Kode Program	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Employee Management System	1259	V	Netbeans	MySQL	Use Case	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/2402/employee-management
Library Management System	2217	V	Eclipse	Ms. Access	FR	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/120/library-management-system-development-in-java-swing-code
Point of Sale System	1419	V	Netbeans	MySQL	Use Case	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/2407/point-of-sale
Procurement Management System	2944	V	Netbeans	MySQL	Use Case	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/2404/procurement-management
Store Reporting System	1533	V	Netbeans	MySQL	Use Case	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/2406/store-reporting

Sampel Kode Program	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
Store Management System	1988	V	Netbeans	MySQL	Use Case	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/2405/store-management
Student Registration Management System	920	V	Eclipse	Ms. Access	FR	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/101/student-registration-management-system-in-java-swing
Warehouse Management System	1405	V	Netbeans	MySQL	Use Case	V	V	https://www.kashipara.com/project/java/2403/warehouse-management

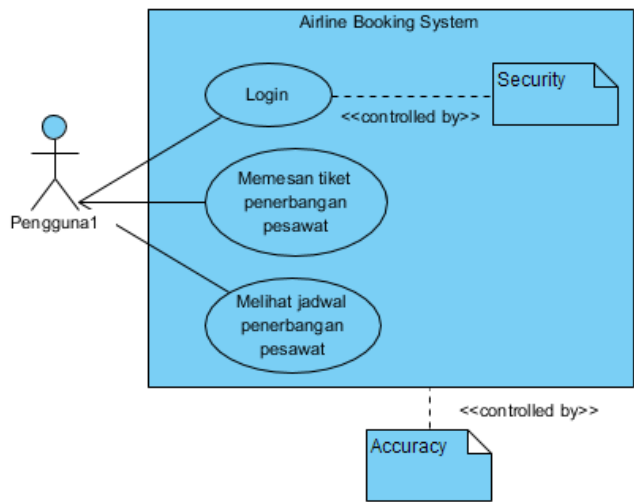
5.2 Pembuatan UML(Activity Diagram) pada tiap Sampel Kode Program

Proses pembuatan UML(activity diagram) pada tiap sampel kode program diawali dengan pembuatan daftar NFR dari tiap sampel kode program. Berikut adalah tabel daftar NFR dari tiap sampel kode program:

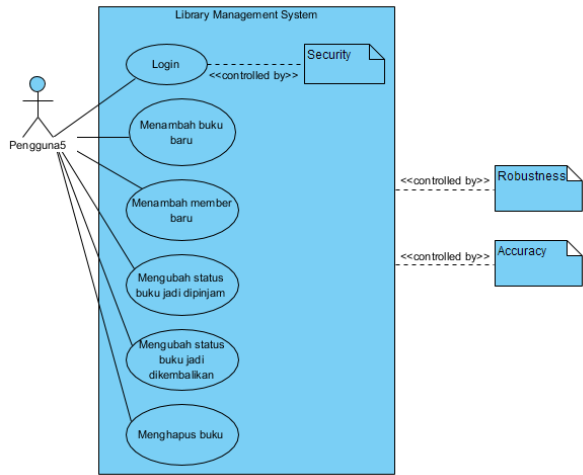
Tabel 5.2 Daftar NFR tiap Sampel Kode Program

Sampel Kode Program	NFR1	NFR2	NFR3
Airline Booking System	Security	Accuracy	-
Airline Reservation System	Security	Robustness	-
ATM Management System	Security	Robustness	Accuracy
Employee Management System	Security	Accuracy	-
Library Management System	Security	Robustness	Accuracy
Point of Sale System	Security	Accuracy	-
Procurement Management System	-	-	-
Store Reporting System	Security	-	-
Store Management System	Security	Accuracy	-
Student Registration Management System	Security	Robustness	-
Warehouse Management System	-	-	-

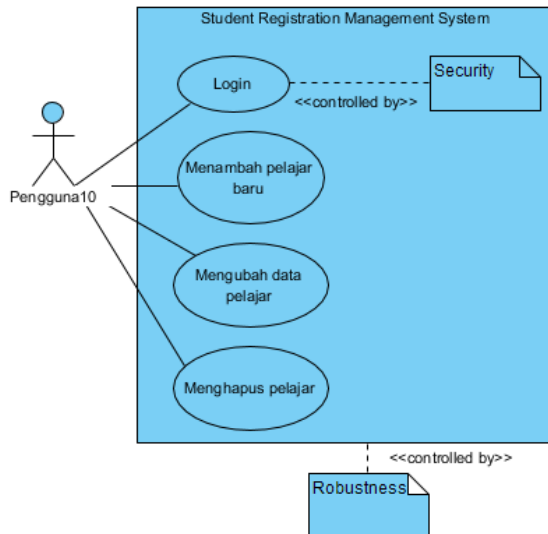
Proses ini dilanjutkan dengan merancang diagram use case baru yang sudah mencakup NFR dari tiap sampel kode program. Berikut adalah beberapa contoh diagram use case baru yang sudah mencakup NFR didalamnya(selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.1):



Gambar 5.1 Diagram Use Case Airline Booking System

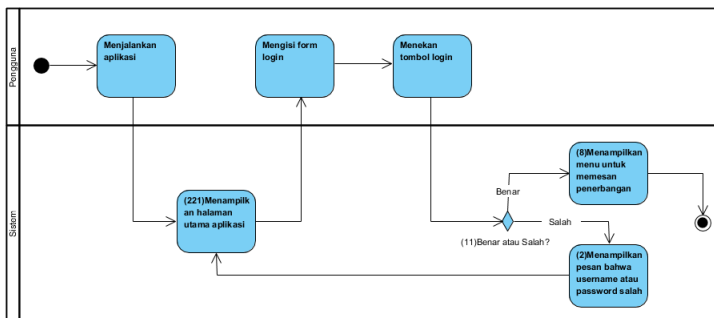


Gambar 5.2 Diagram Use Case Library Management System

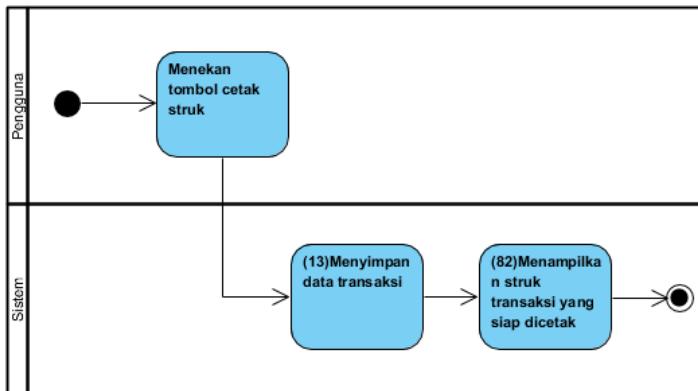


Gambar 5.3 Diagram Use Case Student Registration Management System

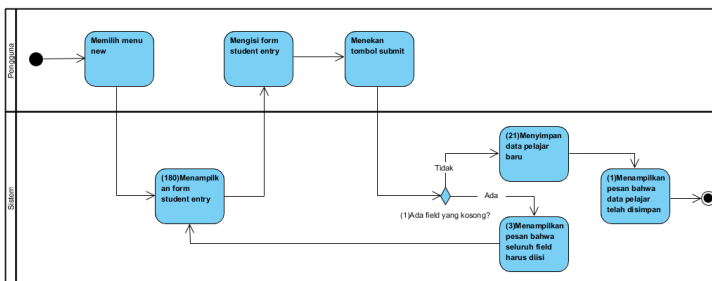
Proses ini diakhiri dengan dirancangnya activity diagram untuk setiap use case dengan mempertimbangkan alur(jalannya) kode program dalam memenuhi use case tersebut dan NFR yang mengontrolnya/mengintervensinya. Berikut beberapa contoh activity diagram tersebut(selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B.2):



Gambar 5.4 Activity Diagram FR1 Airport Booking System



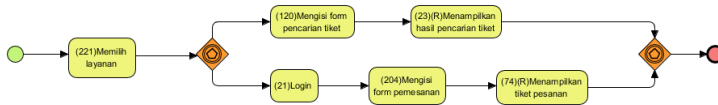
Gambar 5.5 Activity Diagram FR7 Point of Sale System



Gambar 5.6 Activiy Diagram FR2 Student Registration Management System

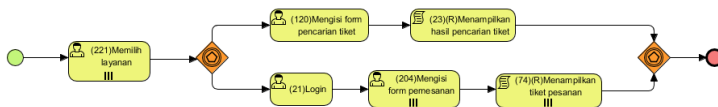
5.3 Pemodelan BPM tiap Sampel Kode Program

Proses pemodelan BPM tiap sampel kode program diawali dengan memodelkan BPM dari tiap sampel kode program berdasarkan activity diagram masing-masing sampel kode program yang telah dirancang sebelumnya. Berikut adalah salah satu BPM yang telah dimodelkan:



Gambar 5.7 BPM Awal Airport Booking System

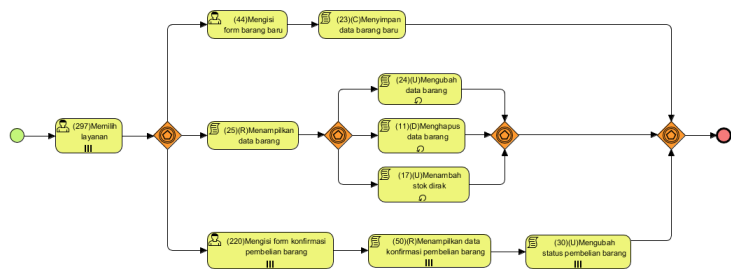
Proses ini diakhiri dengan ditentukannya jenis aktivitas dari masing-masing aktivitas yang terdapat pada tiap-tiap BPM sampel kode program. Berikut adalah beberapa BPM yang telah ditentukan jenis-jenis aktivitasnya(selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.1):



Gambar 5.8 BPM Airport Booking System



Gambar 5.9 BPM ATM Management System



Gambar 5.10 BPM Warehouse Management

5.4 Pengukuran SLOC pada tiap Jenis Aktivitas BPM

Proses pengukuran SLOC pada tiap Komponen BPM diawali dengan membersihkan sampel kode program dari kode program-kode program yang tidak direpresentasikan oleh dokumen UML use case. Berikut adalah data kuantitatif sampel kode program sebelum dan setelah pembersihan tersebut:

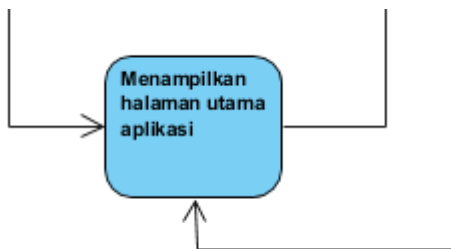
Tabel 5.3 Data Kuantitatif Sampel Kode Program Sebelum Pembersihan

Software	Package	Class	LLOC
Airline Booking System	6	14	817
Airline Reservation System	7	8	1918
ATM Management System	12	12	1676
Employee Management System	7	7	605
Library Management System	14	14	1725
Point of Sale System	7	7	1061
Procurement Management System	20	20	1849
Store Reporting System	9	9	840
Store Management System	14	14	1290
Student Registration Management System	5	9	619
Warehouse Management System	10	10	1114

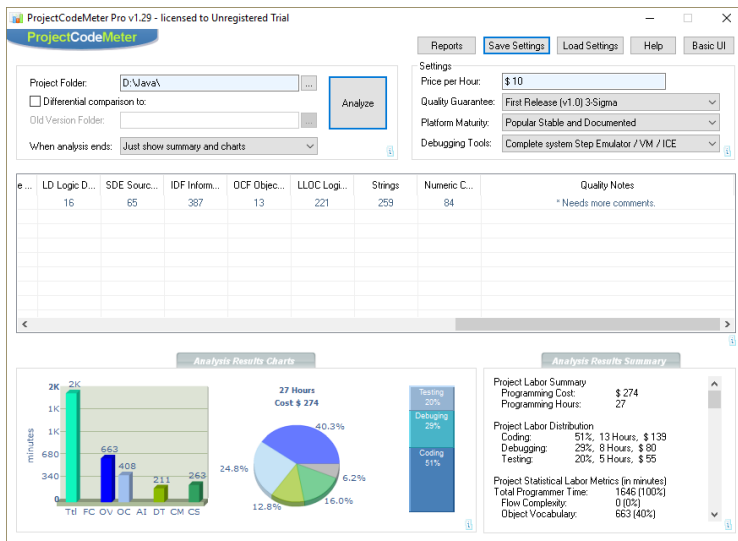
Tabel 5.4 Data Kuantitatif Sampel Kode Program Sesudah Pembersihan

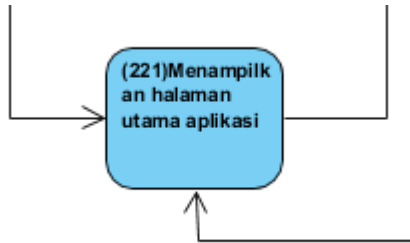
Software	Package	Class	LLOC
Airline Booking System	6	14	817
Airline Reservation System	4	5	1120
ATM Management System	12	12	1676
Employee Management System	7	7	605
Library Management System	10	10	1297
Point of Sale System	7	7	1061
Procurement Management System	15	15	1534
Store Reporting System	9	9	840
Store Management System	11	11	986
Student Registration Management System	5	9	619
Warehouse Management System	7	7	940

Proses ini dilanjutkan mengukur konversi LLOC dari tiap komponen activity diagram yang berada pada partition sistem(reaksi sistem) secara manual. Berikut adalah salah satu proses pengukuran konversi LLOC dari salah satu komponen activity diagram:



Gambar 5.11 Komponen Activity Diagram yang Dipilih





Gambar 5.14 Hasil Pengukuran SLOC Dituliskan pada Awal Deskripsi Komponen

Proses ini dilanjutkan mengukur konversi LLOC dari tiap jenis aktivitas BPM secara manual. Berikut adalah salah satu proses pengukuran konversi LLOC dari salah satu aktivitas BPM:



Gambar 5.15 Aktivitas BPM yang Dipilih

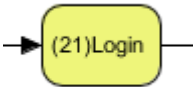


Gambar 5.16 Komponen Acitvity Diagram yang Merupakan Bagian dari Aktivitas BPM

11 + 8 + 2 =

21

Gambar 5.17 Seluruh Hasil Pengukuran Komponen Activitiy Diagram Dijumlahkan



Gambar 5.18 Hasil Penjumlahan Dituliskan pada Awal Deskripsi Aktivitas BPM

Proses ini diakhiri dengan merancang sebuah kertas kerja pengukuran untuk mencatat data pengukuran tiap jenis aktivitas BPM dan menyalin data pengukuran dari awal deskripsi komponen BPM tersebut ke kertas kerja pengukuran tersebut. Berikut adalah sebagian kertas kerja pengukuran yang telah terisi data pengukuran tiap jenis aktivitas BPM (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran D.1):

Tabel 5.5 Kertas Kerja Pengukuran Konversi SLOC

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System		Airline Reservation System		ATM Management System			
	User Task	Loop	MI					
User Task	21	120	93	167	143	76	77	85
User Task Loop								
User Task MI	221	204	132	321	171			

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System		Airline Reservation System		ATM Management System			
Create Script Task								
Create Script Task Loop								
Create Script Task MI			41					
Read Script Task	23				148	95	110	10
Read Script Task Loop								
Read Script Task MI	74		171		166			
Update Script Task					25	47	28	
Update Script Task Loop								

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System		Airline Reservation System		ATM Management System			
Update Script Task MI								
Delete Script Task								
Delete Script Task Loop								
Delete Script Task MI								
SUM	663		925		1181			

BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hal-hal yang terkait dengan hasil dan pembahasan mengenai Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran dan Penilaian MMRE dan RMS.

6.1 Hasil dan Pembahasan Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran

Hasil dari analisis statistika deskriptif data pengukuran adalah berupa pengolahan data untuk mencari nilai rata-rata/mean, modus/mode, nilai tengah/median, kuartil pertama/Q1, kuartil ketiga/Q3 dari data pengukuran tiap jenis aktivitas BPM. Berikut adalah pengolahan data tersebut:

Tabel 6.1 Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran

Jenis Aktivitas BPM	Mean	Median	Mode	Q1	Q3
User Task	76.35	73.00	47.00	47.50	92.25
User Task Loop	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00
User Task MI	241.21	203.00	202.00	173.25	278.00
Create Script Task	20.60	23.00	23.00	20.00	23.00
Create Script Task Loop	25.50	25.50	#N/A	25.25	25.75
Create Script Task MI	102.36	84.00	#N/A	40.50	137.50
Read Script Task	61.25	39.50	#N/A	24.50	98.75

Jenis Aktivitas BPM	Mean	Median	Mode	Q1	Q3
Read Script Task Loop	129.00	129.00	#N/A	129.00	129.00
Read Script Task MI	126.56	117.00	#N/A	74.00	171.00
Update Script Task	33.67	33.00	25.00	25.75	38.75
Update Script Task Loop	19.50	20.50	24.00	16.00	24.00
Update Script Task MI	35.20	37.00	#N/A	31.00	38.00
Delete Script Task	16.00	16.00	#N/A	16.00	16.00
Delete Script Task Loop	14.33	15.00	#N/A	13.00	16.00
Delete Script Task MI	27.33	21.00	#N/A	20.50	31.00

Dari pengolahan data diatas, didapatkan bahwa beberapa jenis aktivitas BPM tidak memiliki nilai modus/mode. Sehingga, nilai modus tereliminasi dari menjadi calon nilai standar konversi sementara. Berikut adalah tabel nilai standar konversi yang akan dinilai MMRE dan RMSnya:

Tabel 6.2 Analisis Statistika Deskriptif Data Pengukuran Tanpa Nilai Modus/Mode

Jenis Aktivitas BPM	Mean	Median	Q1	Q3
User Task	76.35	73.00	47.50	92.25
User Task Loop	33.00	33.00	33.00	33.00
User Task MI	241.21	203.00	173.25	278.00
Create Script Task	20.60	23.00	20.00	23.00
Create Script Task Loop	25.50	25.50	25.25	25.75
Create Script Task MI	102.36	84.00	40.50	137.50
Read Script Task	61.25	39.50	24.50	98.75
Read Script Task Loop	129.00	129.00	129.00	129.00
Read Script Task MI	126.56	117.00	74.00	171.00
Update Script Task	33.67	33.00	25.75	38.75
Update Script Task Loop	19.50	20.50	16.00	24.00
Update Script Task MI	35.20	37.00	31.00	38.00

Jenis Aktivitas BPM	Mean	Median	Q1	Q3
Delete Script Task	16.00	16.00	16.00	16.00
Delete Script Task Loop	14.33	15.00	13.00	16.00
Delete Script Task MI	27.33	21.00	20.50	31.00

Dengan ini didapatkan 4 nilai standar konversi sementara untuk tiap jenis aktivitas BPM yang akan dinilai MMRE dan RMSnya untuk mencari nilai standar konversi sementara mana yang memiliki nilai MMRE dan RMS paling rendah (akurasi paling tinggi) untuk dijadikan nilai standar konversi terpilih tiap jenis aktivitas BPM.

6.2 Hasil dan Pembahasan Penilaian MMRE dan RMS

Hasil dari penilaian MMRE dan RMS adalah berupa perhitungan untuk mencari nilai MMRE dan RMS dari tiap nilai standar konversi sementara. Untuk mendapatkan kedua nilai tersebut, dibutuhkan terlebih dahulu untuk mencari MRE dan MRE^2 nilai standar konversi sementara dari tiap sampel kode program sebagai masukan. Berikut adalah salah satu perhitungan nilai MRE dan MRE^2 nya (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.1):

Tabel 6.3 Tabel Penilaian MRE dan MRE^2 Nilai Rata-Rata/Mean

Sampel Kode Program	SLOC Estimasi	SLOC Aktual	MRE	$MRE \times MRE$
Airline Booking System	822.93	817.00	0.01	0.00
Airline Reservation System	864.04	1120.00	0.23	0.05

Sampel Kode Program	SLOC Estimasi	SLOC Aktual	MRE	MRE x MRE
ATM Management System	1019.15	1676.00	0.39	0.15
Employee Management System	437.97	605.00	0.28	0.08
Library Management System	1356.46	1297.00	0.05	0.00
Point of Sale System	629.02	1061.00	0.41	0.17
Procurement Management System	873.13	1534.00	0.43	0.19
Store Reporting System	951.91	840.00	0.13	0.02
Store Management System	562.15	986.00	0.43	0.18
Student Registration Management System	800.02	619.00	0.29	0.09
Warehouse Management System	855.71	940.00	0.09	0.01

Dengan didapatkannya nilai MRE dan MRE^2 nilai standar konversi sementara dari tiap sampel kode program, maka nilai MMRE dan RMS dari tiap nilai standar konversi sementara dapat dihasilkan. Berikut adalah MMRE dan RMS dari tiap nilai standar konversi sementara (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran E.1):

Tabel 6.4 Nilai MMRE dan RMS Nilai Standar Konversi Sementara

Nilai Standar Konversi	MMRE	RMS
Rata-Rata/Mean	25%	29%
Nilai Tengah/Median	29%	34%
Kuartil Pertama/ Q1	45%	49%
Kuartil Ketiga/ Q3	25%	28%

Dari hasil diatas, didapatkan bahwa terdapat 2 nilai standar konversi sementara dengan nilai MMRE terendah yaitu nilai rata-rata/mean dan nilai kuartil ketiga/Q3. Kedua nilai standar konversi sementara tersebut sama-sama memiliki nilai MMRE sebesar 25%. Akan tetapi, kedua nilai standar konversi sementara tersebut memiliki nilai RMS yang berbeda dimana nilai RMS dari nilai kuartil ketiga/Q3 lebih rendah 1% dibandingkan dengan nilai RMS dari nilai rata-rata/mean. Sehingga, nilai standar konversi yang terpilih adalah yang berasal dari nilai kuartil ketiga/Q3. Berikut adalah nilai standar konversi dari nilai kuartil ketiga/Q3 pada tiap jenis komponen BPM dan nilai MMRE-RMSnya:

Tabel 6.5 Nilai Standar Konversi Terpilih dan Tingkat Akurasinya

Jenis Aktivitas BPM	Q3
User Task	87.50
User Task Loop	33.00
User Task MI	277.75
Create Script Task	23.00
Create Script Task Loop	25.75
Create Script Task MI	157.75
Read Script Task	102.50
Read Script Task Loop	129.00
Read Script Task MI	177.50
Update Script Task	38.75

Jenis Aktivitas BPM	Q3
Update Script Task Loop	24.00
Update Script Task MI	38.00
Delete Script Task	16.00
Delete Script Task Loop	16.00
Delete Script Task MI	31.00
MMRE	25%
RMS	28%

6.3 Hasil dan Pembahasan Penilaian Tingkat Akurasi

Hasil dari penilaian tingkat akurasi adalah berupa prosentase akurasi dari standar konversi terpilih yang diuji menggunakan kode program khusus untuk pengujian. Sebelum berlanjut ke hasil dari penilaian tingkat akurasi standar konversi terpilih, berikut adalah perbandingan tahap-tahap yang dilakukan dalam menggunakan standar konversi dibandingkan dengan UFP(metode original dari COCOMO II):

Tabel 6.6 Tabel Perbandingan UFP dengan Standar Konversi

No.	UFP	Standar Konversi
1.	Tentukan penghitungan function berdasarkan jenisnya. Sehingga, yang dicari adalah jumlah function dari masing-masing 5 jenis user function yaitu Internal logical file(ILF), External interface file(EIF), External input(EI), External output(EO), dan External inquiry(EQ). Output: Jumlah function dari tiap jenis user function	Buatlah model proses bisnis to be dari proses bisnis yang akan diotomasi menggunakan bantuan perangkat lunak. Output: Model proses bisnis to be

No.	UFP	Standar Konversi
2.	<p>Tentukan berapa jumlah fungsi pada masing-masing tingkatan kompleksitas tiap jenis fungsi. Klasifikasikan setiap function ke tingkatan kompleksitas low, average, high tergantung kepada jumlah jenis elemen data yang terkandung dan jumlah jenis dokumen yang direferensikan. Output: Tingkat kompleksitas dari tiap function</p>	<p>Tentukan jenis aktivitas yang sesuai dari tiap aktivitas yang ada pada model proses bisnis yang telah dibuat. Output: Model proses bisnis yang sudah ditentukan jenis aktivitasnya</p>
3.	<p>Terapkan bobot kompleksitas. Bobotkan jumlah dari masing-masing jenis function pada tiap tingkatan kompleksitas. Output: Bobot dari tiap function sesuai dengan tingkatan kompleksitasnya</p>	<p>Hitung jumlah aktivitas dari tiap jenis aktivitas yang ada pada model proses bisnis yang telah dibuat. Output: Jumlah aktivitas dari tiap jenis aktivitas</p>
4.	<p>Hitunglah unadjusted function points. Tambahkan seluruh bobot function untuk mendapatkan total berapa UFPnya. Output: Jumlah UFP</p>	<p>Kalikan jumlah aktivitas dari tiap jenis aktivitas dengan standar konversi SLOC masing-masing. Output: Jumlah SLOC tiap jenis aktivitas</p>
5.	<p>Setelah itu, kalikan jumlah tersebut dengan nilai konversi UFP/SLOC sesuai dengan bahasa pemrograman yang digunakan untuk mendapatkan berapa total SLOC estimasi. Output:</p>	<p>Jumlahkan seluruh jumlah SLOC tiap jenis aktivitas untuk mendapatkan nilai SLOC estimasi. Output: Nilai SLOC/KSLOC Estimasi</p>

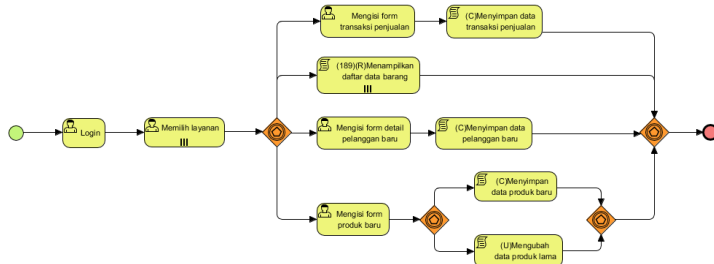
No.	UFP	Standar Konversi
	Nilai SLOC/KSLOC Estimasi	

Dalam mengukur tingkat akurasi, kode program yang dijadikan sebagai kode program uji adalah kode program yang telah diseleksi juga menggunakan standar sampel kode program. Berikut adalah data karakteristik kode program khusus untuk pengujian tersebut:

Tabel 6.7 Daftar Kode Program Uji beserta Pemenuhan Standar

Kode Program Uji	Customer Relationship Management System	Medical Store Management System	Student Management System
S1	1909	3214	3622
S2	V	V	V
S3	Netbeans	Eclipse	Eclipse
S4	MySQL	MySQL	Ms. Access
S5	FR	FR	FR
S6	V	V	V
S7	V	V	V
S8	https://www.kashipara.com/project/java/2373/customer-relationship-management-crm-java-project-source-code	https://www.kashipara.com/project/java/375/medical-store-management-system-in-java-project-source-code-with-mysql-database	https://www.kashipara.com/project/java/613/download-student-management-system-java-project-source-code

Dengan didapatkannya kode program uji, maka yang dilakukan selanjutnya adalah memodelkan proses bisnis dari masing-masing kode program uji dan menentukan masing-masing jenis aktivitasnya. Berikut adalah model proses bisnis salah satu kode program uji (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.3):



Gambar 6.1 BPM Customer Relationship Management System

Untuk mendapatkan tingkat akurasi dari standar konversi terpilih, dilakukanlah penilaian nilai MMRE dari standar konversi terpilih menggunakan data kode program uji. Berikut adalah tabel perhitungan untuk mencari tingkat akurasi dari standar konversi terpilih (selengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.4):

Tabel 6.8 Tabel Perhitungan Tingkat Akurasi dari Standar Konversi Terpilih

Nilai	Customer Relationship Management System	Medical Store Management System	Student Management System
SLOC Estimasi	913.00	2121.75	2814.50
SLOC Actual	980.00	2144.00	2633.00
MRE	0.07	0.01	0.07
MMRE	0.05		
Tingkat Akurasi(1	95%		

00%- MMRE)	
-----------------------	--

Dari nilai tingkat akurasi standar konversi yang dihasilkan diatas, didapatkan bahwa tingkat akurasi dari standar konversi lebih tinggi 6% dibandingkan dengan UFP(metode original COCOMO II) yaitu 95% berbanding dengan 89% [30]. Dengan kata lain, standar konversi mempunyai nilai eror yang lebih rendah 55% dibandingkan dengan nilai eror dari UFP.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai beberapa kesimpulan yang diperoleh dari seluruh proses yang telah dilakukan dan menguraikan beberapa saran terhadap penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan proses-proses yang telah dilaksanakan dalam pengerjaan tugas akhir ini, maka berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil:

1. Dalam menentukan kode program Java yang sesuai untuk dijadikan sampel penelitian, dibutuhkan standar/kebutuhan yang dapat dijadikan alat bantu untuk menyeleksi calon-calon sampel kode program. Berikut adalah standar/kebutuhan yang digunakan untuk menyeleksi calon sampel kode program dari penelitian ini:
 - a. Nilai SLOC kode program dibawah 5300
 - b. Project kode program(minimal terdapat dokumen .java)
 - c. Informasi IDE Tool(ekosistem pengembangan)
 - d. Dokumen database(jika menggunakan database)
 - e. Dokumentasi UML(minimal diagram use case atau daftar functional requirement)
 - f. Project dapat dijalankan
 - g. Project diasumsikan mempunyai alur proses bisnis
 - h. Sumber yang jelas
2. Dalam memodelkan kode program Java menjadi Business Process Model(BPM), dibutuhkan beberapa tahapan pengerjaan. Berikut adalah tahapan-tahapan pengerjaan yang dilaksanakan pada penelitian ini dalam memodelkan kode program Java menjadi Business Process Model(BPM):
 - a. Merancang UML(activity diagram) tiap sampel kode program Java dengan terlebih dahulu mendesain ulang diagram use casenya agar mencakup NFR sampel kode program

- b. Memodelkan BPM tiap UML(activity diagram) dengan menggunakan jenis-jenis aktivitas BPM yang lebih detail
3. Berikut adalah tabel nilai standar konversi untuk tiap jenis aktivitas model proses bisnis yang telah dihasilkan dari pengerjaan penelitian ini:

Tabel 7.1 Nilai Standar Konversi tiap Jenis Aktivitas BPM

Jenis Aktivitas BPM	Standar Konversi
User Task	87.50
User Task Loop	33.00
User Task MI	277.75
Create Script Task	23.00
Create Script Task Loop	25.75
Create Script Task MI	157.75
Read Script Task	102.50
Read Script Task Loop	129.00
Read Script Task MI	177.50
Update Script Task	38.75
Update Script Task Loop	24.00
Update Script Task MI	38.00
Delete Script Task	16.00
Delete Script Task Loop	16.00
Delete Script Task MI	31.00

4. Tingkat akurasi dari nilai standar konversi SLOC tiap jenis aktivitas model proses bisnis yang telah dihasilkan dari pengerjaan penelitian ini adalah sebesar 95% dimana tingkat akurasi ini lebih tinggi 6% jika dibandingkan dengan UFP(89%) [30].

7.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari tugas akhir ini, maka penulis merekomendasikan beberapa saran yang diberikan untuk pengembangan kedepan sebagai berikut:

1. Standar konversi SLOC berikutnya dapat dibuat untuk bahasa kode program lain yang dalam pengembangannya ramah terhadap alur proses bisnis atau dapat berdasar kepada model proses bisnis.
2. Kode program yang dijadikan sampel penelitian sebaiknya sudah memiliki dokumentasi model proses bisnis agar penelitian dapat lebih fokus kepada hal-hal yang terkait dengan formulasi standar konversi SLOC secara langsung tanpa tahapan untuk memodelkan BPM dari kode program terlebih dahulu.
3. Jumlah sampel kode program dan kode program uji sebaiknya ditingkatkan/diperbesar agar nantinya tiap masing-masing jenis aktivitas memiliki jumlah data pengukuran yang sesuai dengan jumlah minimal sampel dan masing-masing jenis aktivitas juga dapat tercakup dalam pengukuran tingkat akurasi standar konversi.
4. Kedepannya dapat diwujudkan dalam bentuk kertas kerja estimasi usaha pengembangan perangkat lunak berdasarkan model COCOMO II dengan menambahkan masukan berupa jumlah tiap jenis aktivitas dari BPM.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. M. Zhu, "CS435: Introduction to Software Engineering." [Online]. Available: [http://www2.cs.siu.edu/~mengxia/Courses PPT/435/Chapter_01.pdf](http://www2.cs.siu.edu/~mengxia/Courses/PPT/435/Chapter_01.pdf). [Accessed: 21-Jan-2018].
- [2] Z. T. Abdulmehdi, M. S. Basha, M. Jameel, and P. Dhavachelvan, "A Variant of COCOMO II for Improved Software Effort Estimation.," *Int. J. Comput. Electr. Eng.*, vol. 6, no. 4, 2014.
- [3] Z. Bin Mansor, Z. M. Kasirun, N. H. H. Arshad, and S. Yahya, "E-cost estimation using expert judgment and COCOMO II," *Proc. 2010 Int. Symp. Inf. Technol. - Syst. Dev. Appl. Knowl. Soc. ITSIM'10*, vol. 3, pp. 1262–1267, 2010.
- [4] R. C. Satyananda, "An improved fuzzy approach for COCOMO's effort estimation using Gaussian membership function," *J. Softw.*, vol. 4, no. 5, pp. 452–459, 2009.
- [5] P. Musflek, W. Pedrycs, G. Succi, and M. Reformat, "Software cost estimation with fuzzy models," *Appl. Comput. Rev.*, vol. 8, pp. 24–29, 2000.
- [6] M. V. Genuchten and H. Koolen, "On the use of software cost models," *Inf. Manag.*, vol. 21, pp. 37–44, 1991.
- [7] T. K. Abdel-Hamid, "Adapting, correcting, and perfecting software estimates: A maintenance metaphor," *IEEE Comput.*, vol. 26, pp. 20–29, 1993.
- [8] V. Anandhi and R. M. Chezian, "Regression Techniques in Software Effort Estimation Using COCOMO Dataset," *2014 Int. Conf. Intell. Comput. Appl.*, pp. 353–357, 2014.
- [9] B. W. Boehm, *Software Engineering Economics*. Prentice Hall, 1981.

- [10] B. Boehm, B. Clark, E. Horowitz, C. Westland, R. Madachy, and R. Selby, "Cost models for future software life cycle processes: COCOMO 2.0," *Ann. Softw. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 57–94, 1995.
- [11] B. Boehm et al., "COCOMO II Model Definition Manual," *Univ. South. Calif.*, vol. 4, no. 1, pp. 6–6, 2000.
- [12] C. Ouyang, M. Dumas, W. M. P. Van Der Aalst, A. H. M. Ter Hofstede, and J. Mendling, "From business process models to process-oriented software systems," *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–37, 2009.
- [13] Departemen Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember, *Roadmap Laboratorium, RILIS-01*. Surabaya, 2017.
- [14] A. Krishna and A. Gregoriades, "Extending UML with Non-functional Requirements Modelling," *Inf. Syst. Dev.*, pp. 357–372, 2011.
- [15] M. A. Cibrán, "Translating BPMN models into UML activities," *Lect. Notes Bus. Inf. Process.*, vol. 17 LNBIP, pp. 236–247, 2009.
- [16] J. Kaczmarek and M. Kucharski, "Size and effort estimation for applications written in Java," *J. Inf. Softw. Technol.*, vol. 46, no. 9, pp. 589–600, 2004.
- [17] F. Baumann, A. Milutinovic, and D. Roller, "Software Engineering Inspired Cost Estimation for Process Modelling," *Int. J. Soc. Behav. Educ. Econ. Bus. Ind. Eng.*, vol. 10, no. 2, pp. 549–559, 2016.
- [18] C. S. Reddy and K. Raju, "Improving the accuracy of effort estimation through fuzzy set combination of size and cost drivers," *WSEAS Trans. Comput.*, vol. 8, no. 6, pp. 926–936, 2009.
- [19] techopedia, "Software Development." [Online]. Available: <https://www.techopedia.com/definition/16431/software-development>. [Accessed: 13-Mar-2018].

- [20] TechTarget, “software development.” [Online]. Available:
<http://whatis.techtarget.com/definition/software-development>. [Accessed: 13-Mar-2018].
- [21] M. JØRGENSEN, “What We Do and Don’t Know about Software Development Effort Estimation,” 2014. [Online]. Available:
<https://www.infoq.com/articles/software-development-effort-estimation>.
- [22] I. Sommerville, “Chapter 23.5: Estimation Techniques,” in *Software Engineering*, 9th ed., Pearson, 2011, pp. 637–645.
- [23] F. I. Amalia, “Pembuatan Kertas Kerja Estimasi Harga Perkiraan Sendiri(HPS) Untuk Proyek Perangkat Lunak Skala Kecil Menggunakan Metode Constructive Cost Model(COCOMO) II,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember(ITS), 2017.
- [24] Software Measurement Services Ltd, “‘ Small project ’ , and ‘ large project ’ : what do these terms mean ?,” Kent, UK.
- [25] M. Dumas, *Fundamentals of Business Process Management*. Heidelberg: Springer, 2013.
- [26] tutorialspoint, “UML - Activity Diagrams.” [Online]. Available:
https://www.tutorialspoint.com/uml/uml_activity_diagram.htm. [Accessed: 15-Mar-2018].
- [27] J. Gosling, B. Joy, G. Steele, G. Bracha, and A. Buckley, *The Java® Language Specification*, Java SE 8. 2014.
- [28] Oracle, “1.2 Design Goals of the Java™ Programming Language,” 1999. [Online]. Available:
<http://www.oracle.com/technetwork/java/intro-141325.html>. [Accessed: 14-Mar-2018].
- [29] Oracle, “JavaOne 2013 Review: Java Takes on the Internet of Things,” 2013. [Online]. Available:
<http://www.oracle.com/technetwork/articles/java/afterglow2013-2030343.html>. [Accessed: 14-Mar-2018].

- [30] N. B. Singhal, C. V. Srikrishna, "A Case Study to Assess the Validity of Function Points," World Acad. of Sci., Eng. and Tech. Int. Jour. of Comp. and Info. Engineering vol. 2, no. 6, pp. 1859-1862, 2008.

BIODATA PENULIS



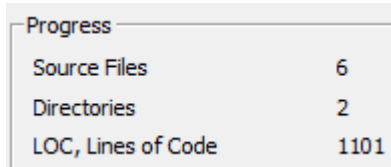
Penulis bernama lengkap Abdul Azis, dilahirkan di kota Bogor, 20 Mei 1996, merupakan anak tunggal. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Roushon Fikr Jombang, SMPN 2 Jombang, dan SMAN 2 Jombang. Penulis meneruskan pendidikan tinggi negeri di Departemen Sistem Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya dan terdaftar dengan NRP 05211440000027. Pengalaman selama menjadi mahasiswa di ITS, penulis aktif berorganisasi di Himpunan Mahasiswa Sistem Informasi sebagai Ketua Departemen Hubungan Luar Himpunan. Penulis juga pernah melaksanakan kerja praktik selama dua bulan pada tahun 2017 di PT Telekomunikasi Selular(Telkomsel), Surabaya.

Penulis mengambil bidang minat Manajemen Sistem Informasi (MSI) pada penyelesaian Penelitian Tugas Akhir dengan topik Formulasi Standar Konversi SLOC dari Model Proses Bisnis Dalam Menentukan Nilai Variabel Size pada Model COCOMO II Menggantikan UFP. Untuk menghubungi penulis, dapat melalui e-mail : abdulazisal96@gmail.com.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

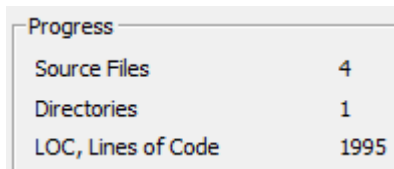
LAMPIRAN A

A.1 Data SLOC Sampel Kode Program



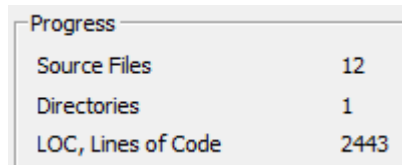
Progress	
Source Files	6
Directories	2
LOC, Lines of Code	1101

Gambar A.1 SLOC dari Airline Booking System



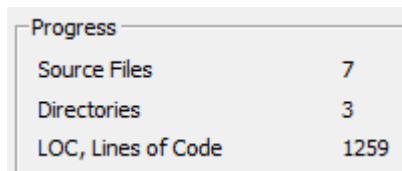
Progress	
Source Files	4
Directories	1
LOC, Lines of Code	1995

Gambar A.2 SLOC dari Airline Reservation System



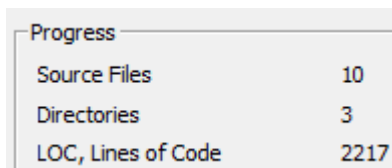
Progress	
Source Files	12
Directories	1
LOC, Lines of Code	2443

Gambar A.3 SLOC dari ATM Management System



Progress	
Source Files	7
Directories	3
LOC, Lines of Code	1259

Gambar A.4 SLOC dari Employee Management System



Progress	
Source Files	10
Directories	3
LOC, Lines of Code	2217

Gambar A.5 SLOC dari Library Management System

Progress	
Source Files	7
Directories	1
LOC, Lines of Code	1419

Gambar A.6 SLOC dari Point of Sale System

Progress	
Source Files	15
Directories	7
LOC, Lines of Code	2944

Gambar A.7 SLOC dari Procurement Management System

Progress	
Source Files	9
Directories	1
LOC, Lines of Code	1533

Gambar A.8 SLOC dari Store Reporting System

Progress	
Source Files	11
Directories	4
LOC, Lines of Code	1988

Gambar A.9 SLOC dari Store Management System

Progress	
Source Files	5
Directories	1
LOC, Lines of Code	920

Gambar A.10 SLOC dari Student Registration Management System

Progress	
Source Files	7
Directories	1
LOC, Lines of Code	1405

Gambar A.11 SLOC dari Warehouse Management System

A.2 Data LLOC Sampel Kode Program

Quantitative Metrics	
Files	6
Logical Lines of Code LLOC	817
Single Line Comments	18
Multi Line Comments	0
High Quality Comments	17
Strings	407
Numeric Constants	387

Gambar A.12 LLOC(SLOC-L) dari Airline Booking System

Quantitative Metrics	
Files	4
Logical Lines of Code LLOC	1120
Single Line Comments	98
Multi Line Comments	26
High Quality Comments	90
Strings	294
Numeric Constants	425

Gambar A.13 LLOC(SLOC-L) dari Airline Reservation System

Quantitative Metrics	
Files	12
Logical Lines of Code LLOC	1676
Single Line Comments	79
Multi Line Comments	9
High Quality Comments	73
Strings	539
Numeric Constants	615

Gambar A.14 LLOC(SLOC-L) dari ATM Management System

Quantitative Metrics	
Files	7
Logical Lines of Code LLOC	605
Single Line Comments	78
Multi Line Comments	39
High Quality Comments	111
Strings	124
Numeric Constants	92

Gambar A.15 LLOC(SLOC-L) dari Employee Management System

Quantitative Metrics	
Files	10
Logical Lines of Code LLOC	1297
Single Line Comments	16
Multi Line Comments	1
High Quality Comments	17
Strings	361
Numeric Constants	466

Gambar A.16 LLOC(SLOC-L) dari Library Management System

Quantitative Metrics	
Files	7
Logical Lines of Code LLOC	1061
Single Line Comments	70
Multi Line Comments	27
High Quality Comments	73
Strings	147
Numeric Constants	211

Gambar A.17 LLOC(SLOC-L) dari Point of Sale System

Quantitative Metrics	
Files	15
Logical Lines of Code LLOC	1534
Single Line Comments	173
Multi Line Comments	58
High Quality Comments	178
Strings	250
Numeric Constants	571

Gambar A.18 LLOC(SLOC-L) dari Procurement Management System

Quantitative Metrics	
Files	11
Logical Lines of Code LLOC	986
Single Line Comments	116
Multi Line Comments	53
High Quality Comments	160
Strings	254
Numeric Constants	191

Gambar A.19 LLOC(SLOC-L) dari Store Reporting System

Quantitative Metrics	
Files	9
Logical Lines of Code LLOC	840
Single Line Comments	62
Multi Line Comments	32
High Quality Comments	84
Strings	266
Numeric Constants	137

Gambar A.20 LLOC(SLOC-L) dari Store Management System

Quantitative Metrics	
Files	5
Logical Lines of Code LLOC	619
Single Line Comments	10
Multi Line Comments	0
High Quality Comments	10
Strings	147
Numeric Constants	375

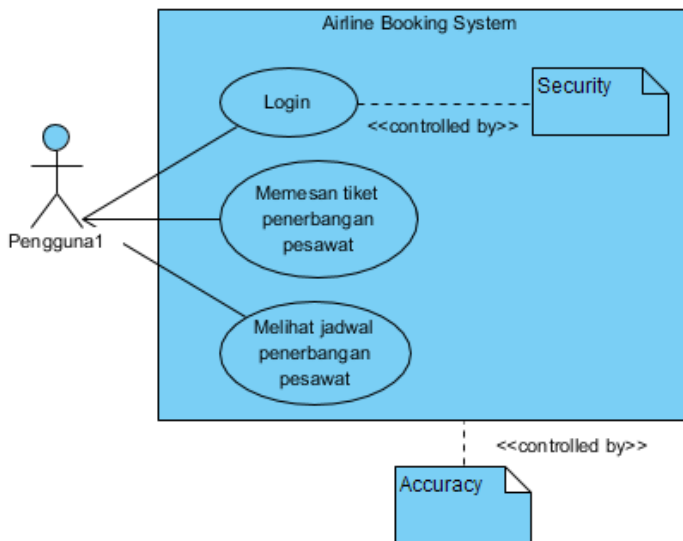
Gambar A.21 LLOC(SLOC-L) dari Student Registration Management System

Quantitative Metrics	
Files	7
Logical Lines of Code LLOC	940
Single Line Comments	59
Multi Line Comments	31
High Quality Comments	90
Strings	144
Numeric Constants	136

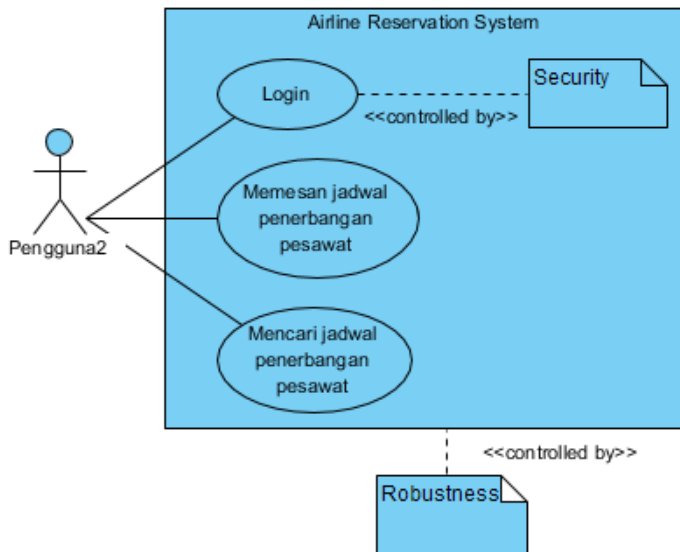
Gambar A.22 LLOC(SLOC-L) dari Warehouse Management System

LAMPIRAN B

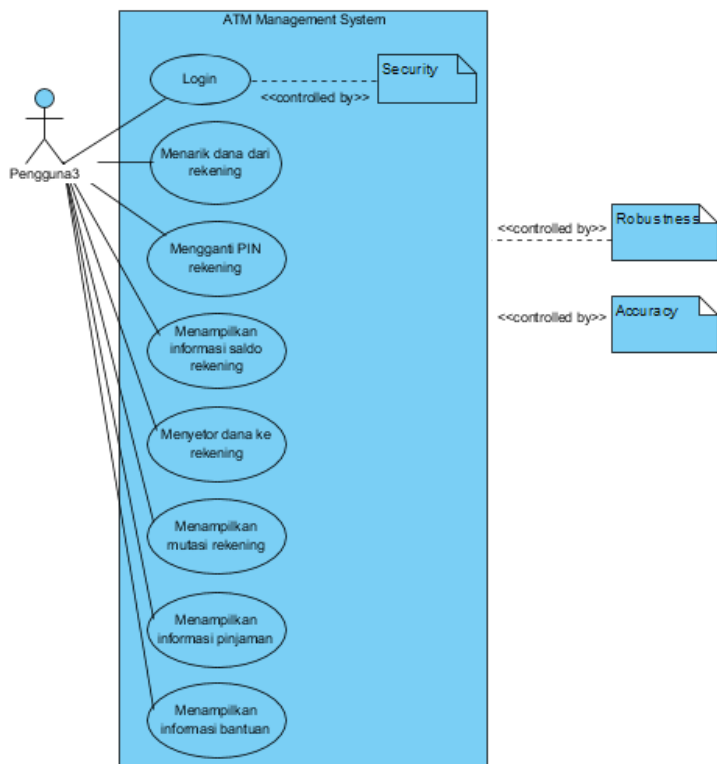
B.1 Diagram Use Case Baru Sampel Kode Program



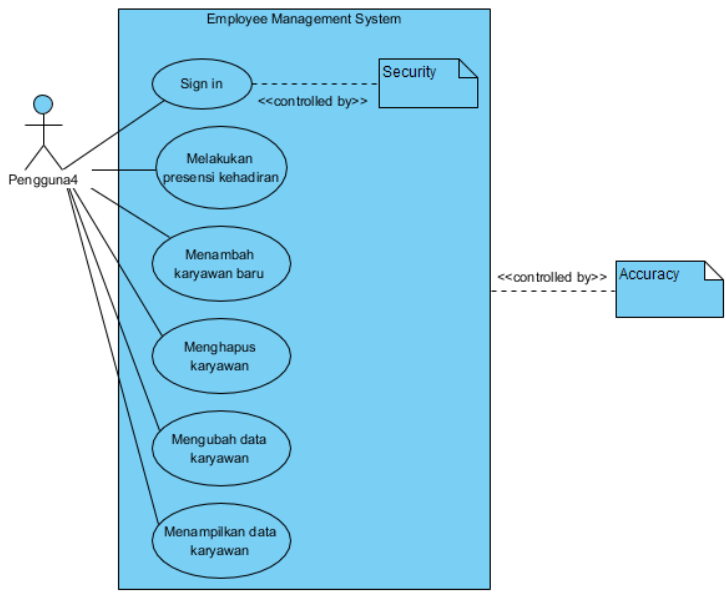
Gambar B.1 Diagram Use Case Baru dari Airline Booking System



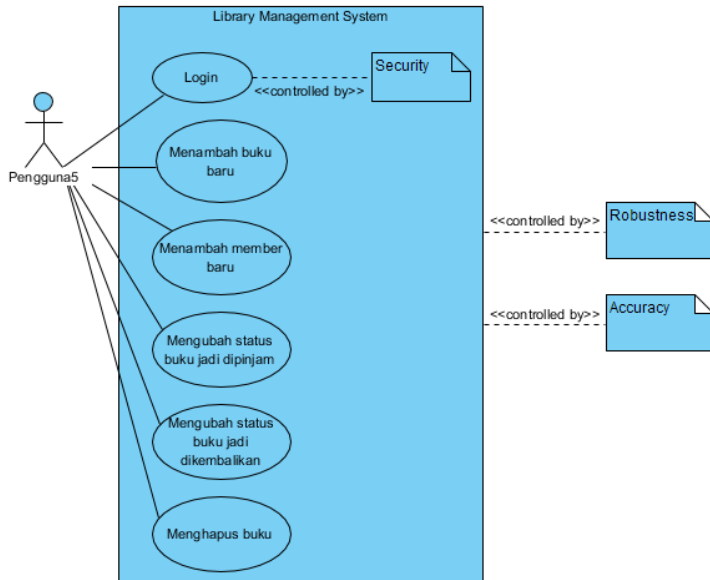
Gambar B.2 Diagram Use Case Baru dari Airline Reservation System



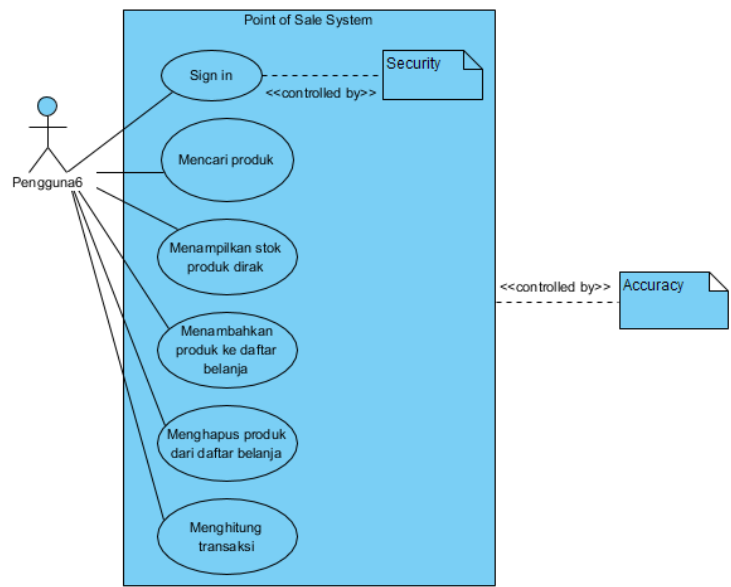
Gambar B.3 Diagram Use Case Baru dari ATM Management System



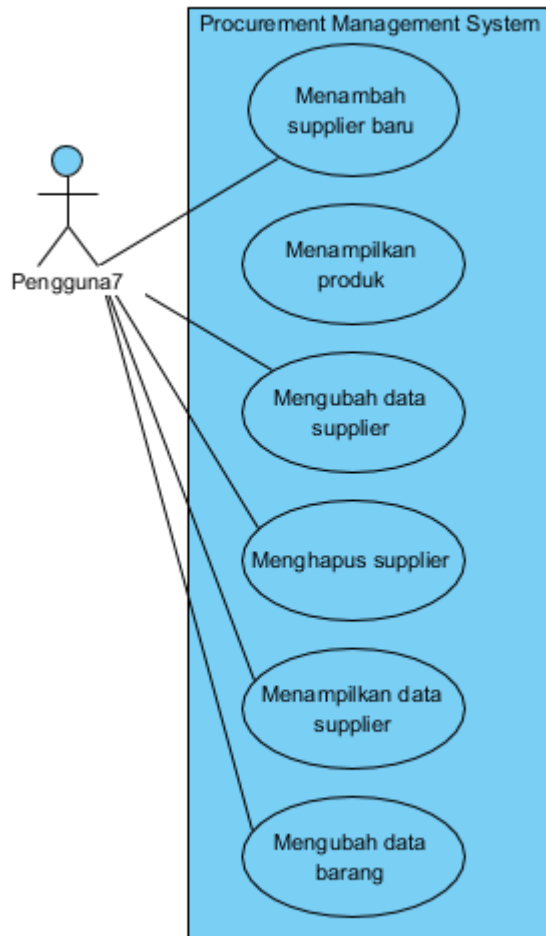
Gambar B.4 Diagram Use Case Baru dari Employee Management System



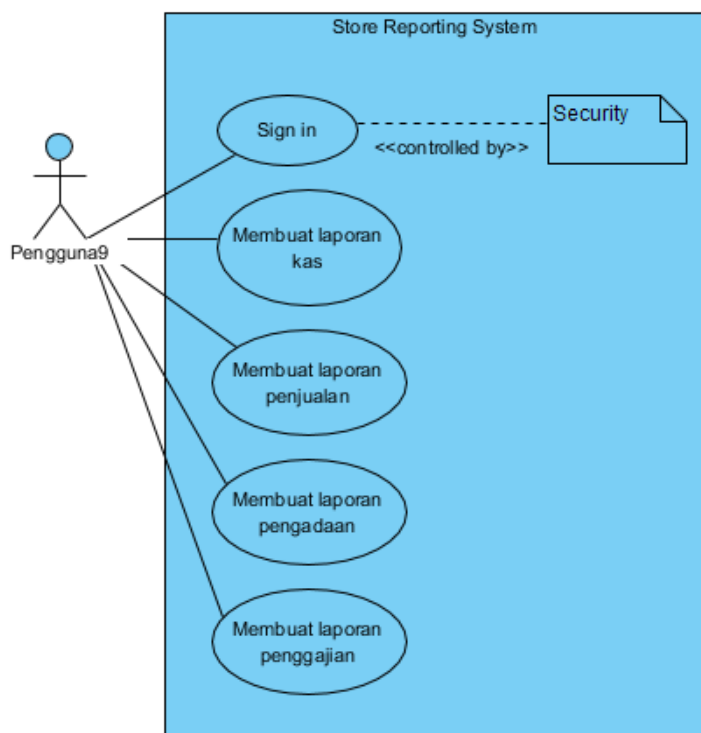
Gambar B.5 Diagram Use Case Baru dari Library Management System



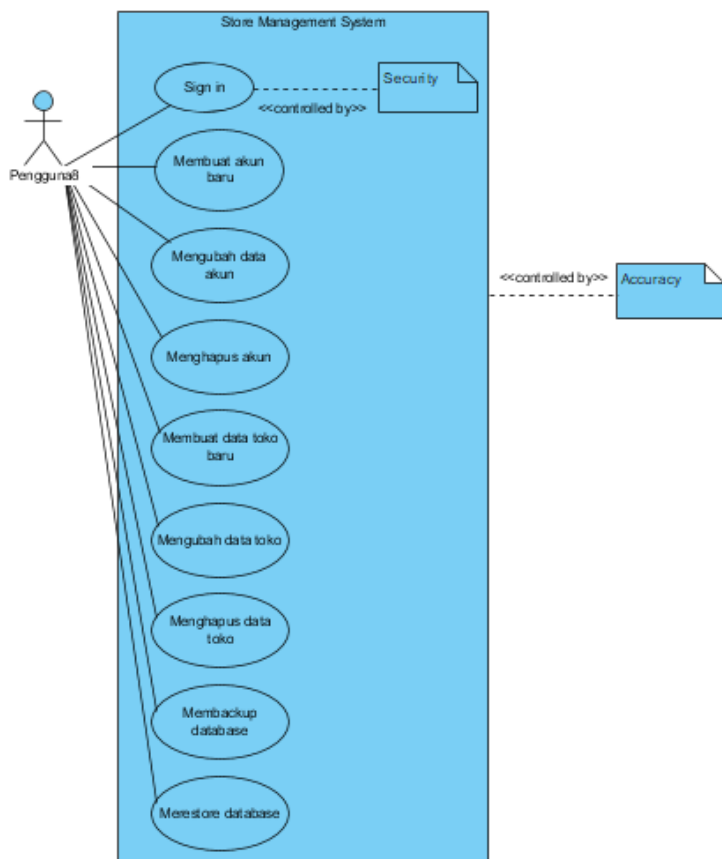
Gambar B.6 Diagram Use Case Baru dari Point of Sale System



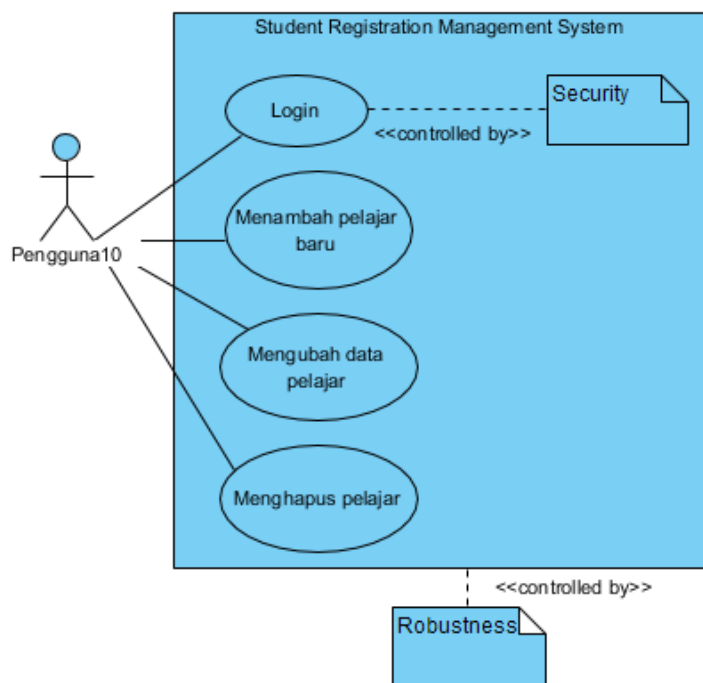
Gambar B.7 Diagram Use Case Baru dari Procurement Management System



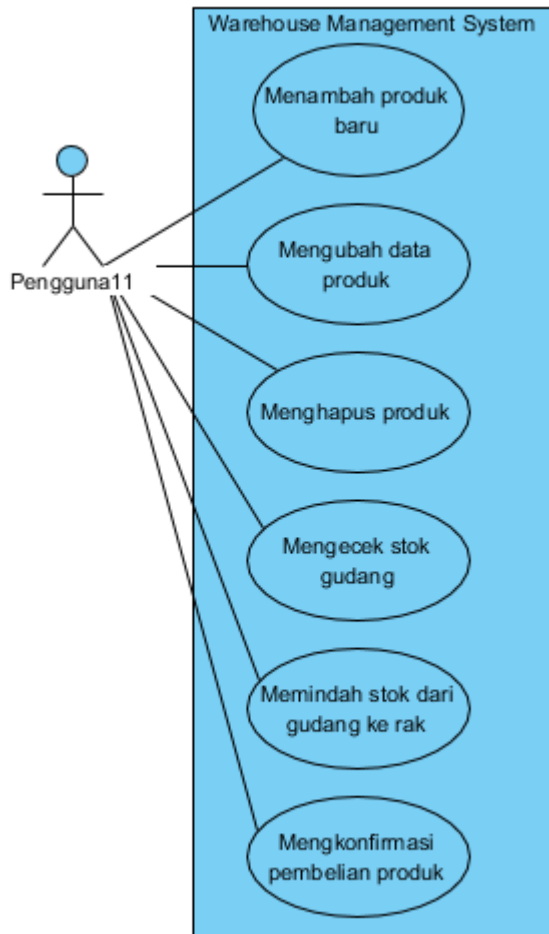
Gambar B.8 Diagram Use Case Baru dari Store Reporting System



Gambar B.9 Diagram Use Case Baru dari Store Management System

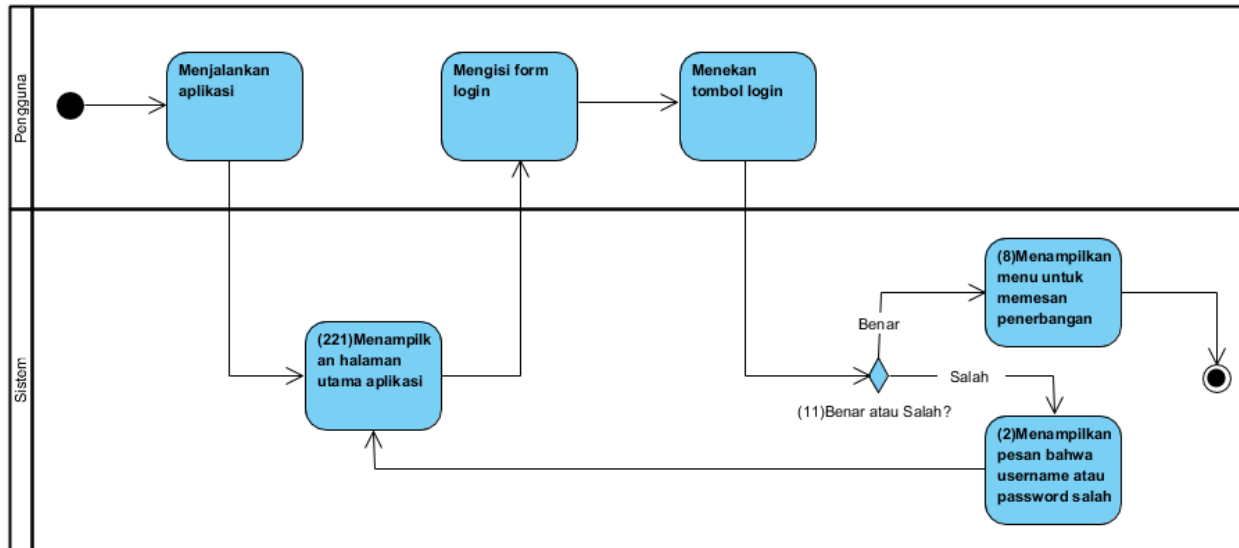


Gambar B.10 Diagram Use Case Baru dari Student Regsitation Management System

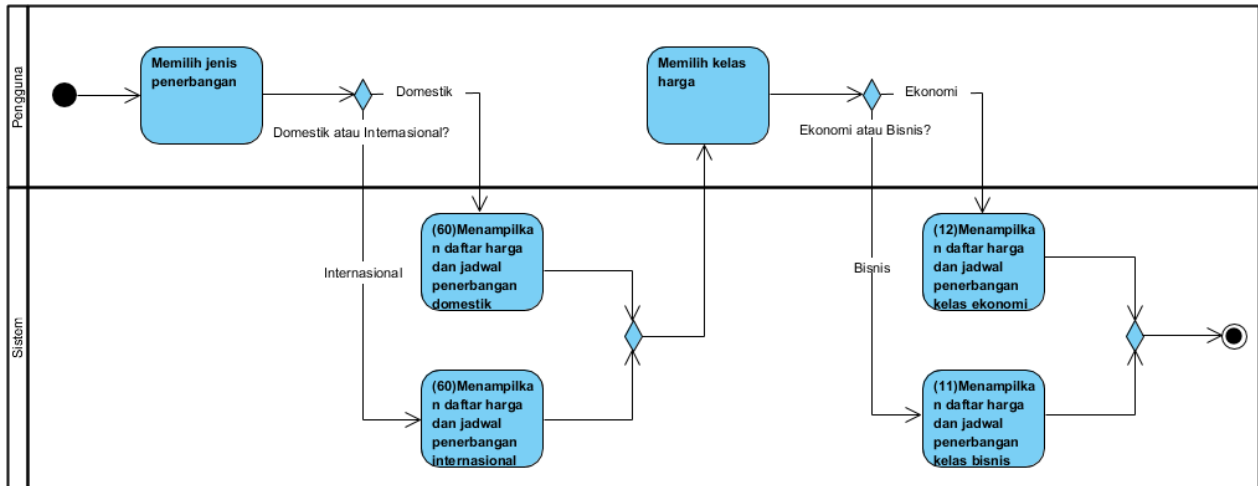


Gambar B.11 Diagram Use Case Baru dari Warehouse Management System

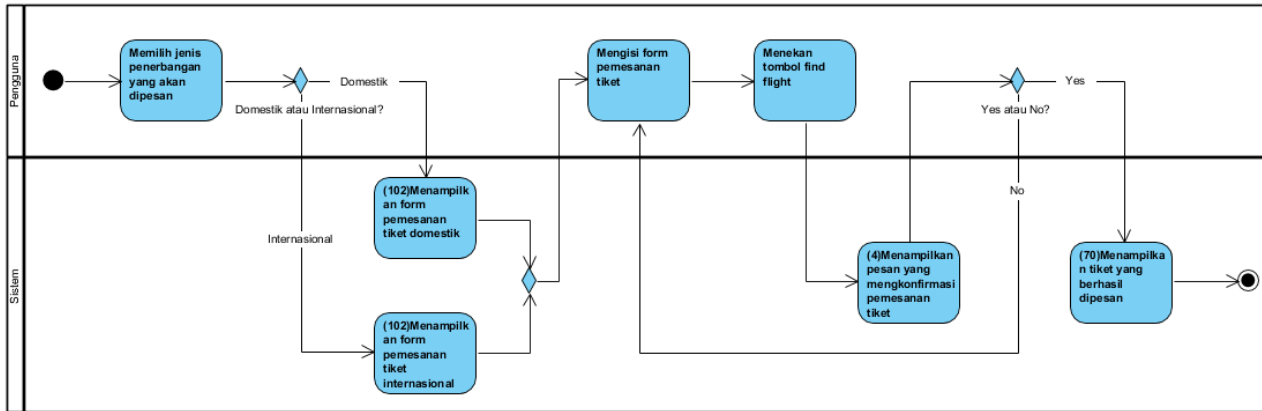
B.2 Activity Diagram Sampel Kode Program



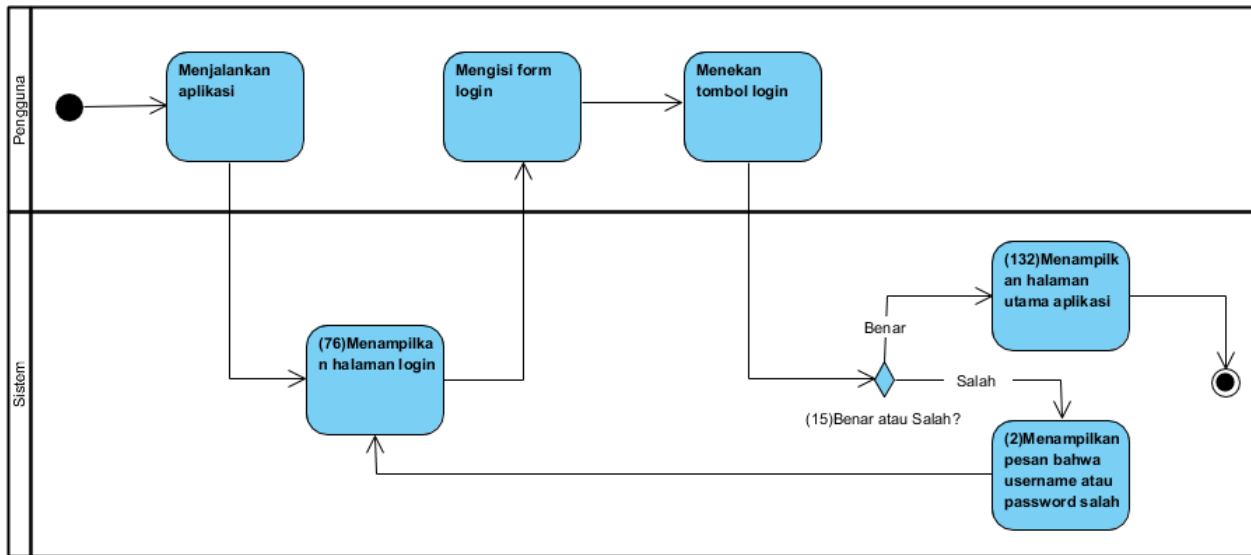
Gambar B.12 Activity Diagram dari FR1 Airline Booking System



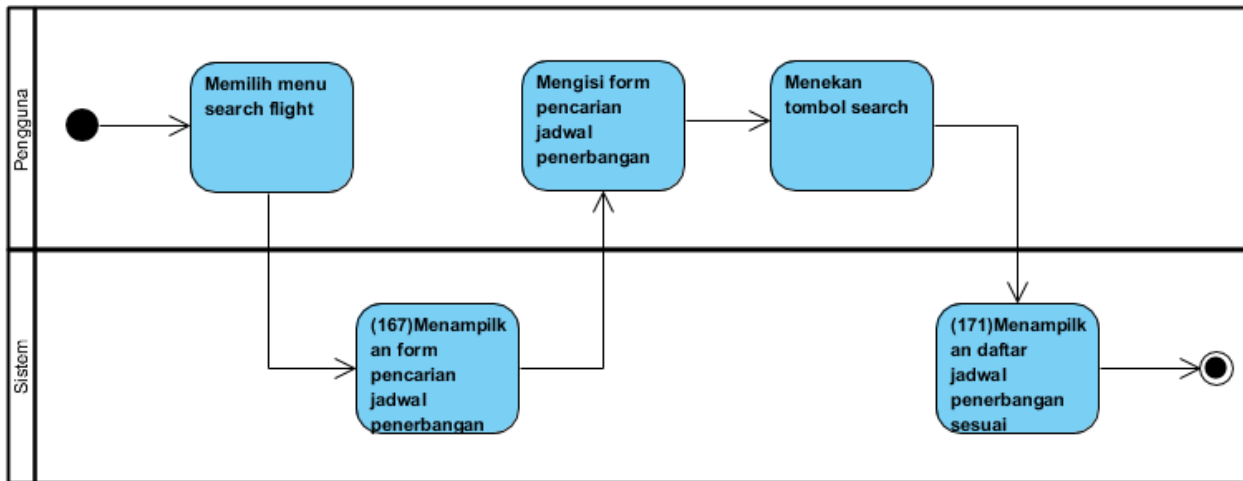
Gambar B.13 Activity Diagram dari FR2 Airline Booking System



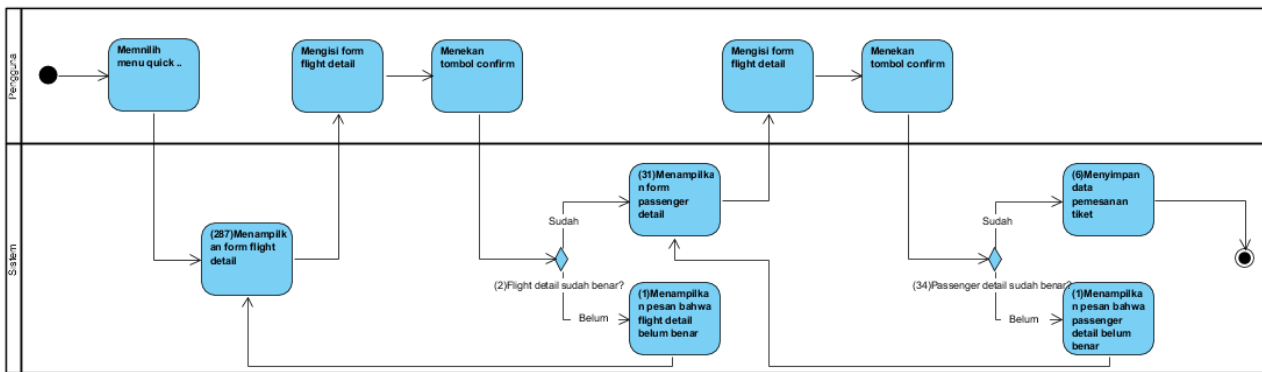
Gambar B.14 Activity Diagram dari FR3 Airline Booking System



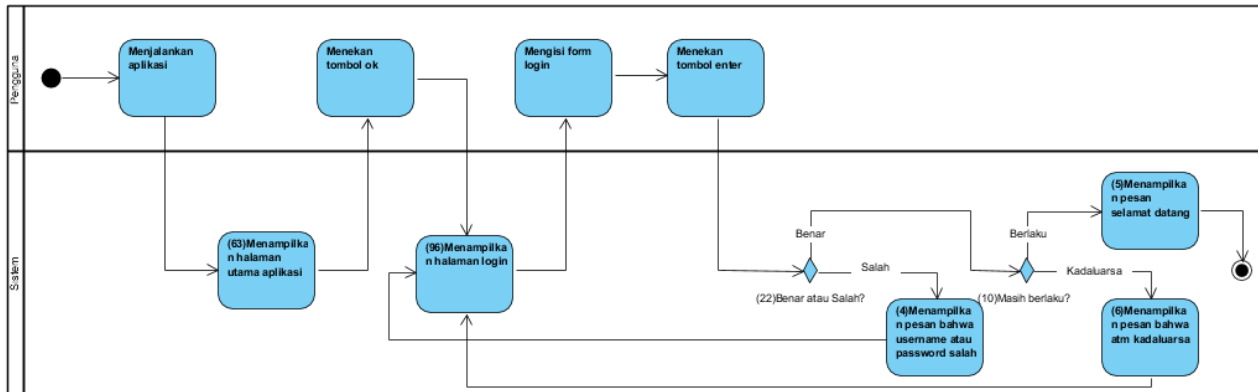
Gambar B.15 Activity Diagram dari FR1 Airline Reservation System



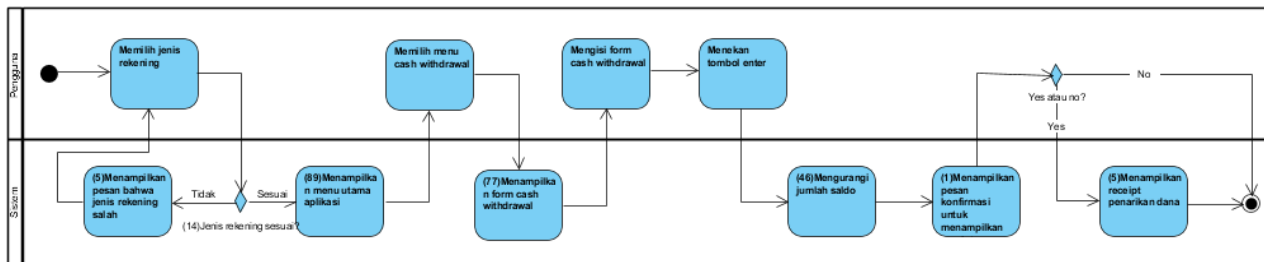
Gambar B.16 Activity Diagram dari FR2 Airline Reservation System



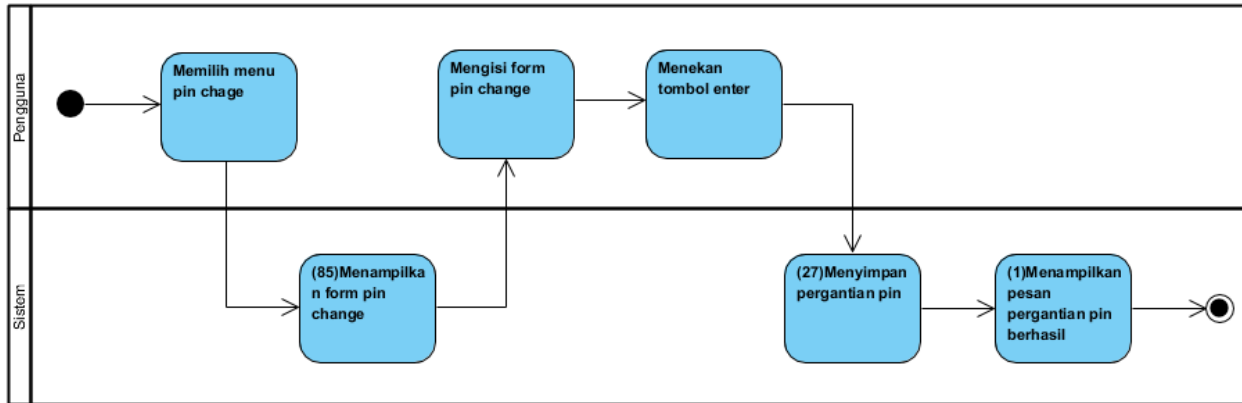
Gambar B.17 Acitiv Diagram dari FR3 Airline Reservation System



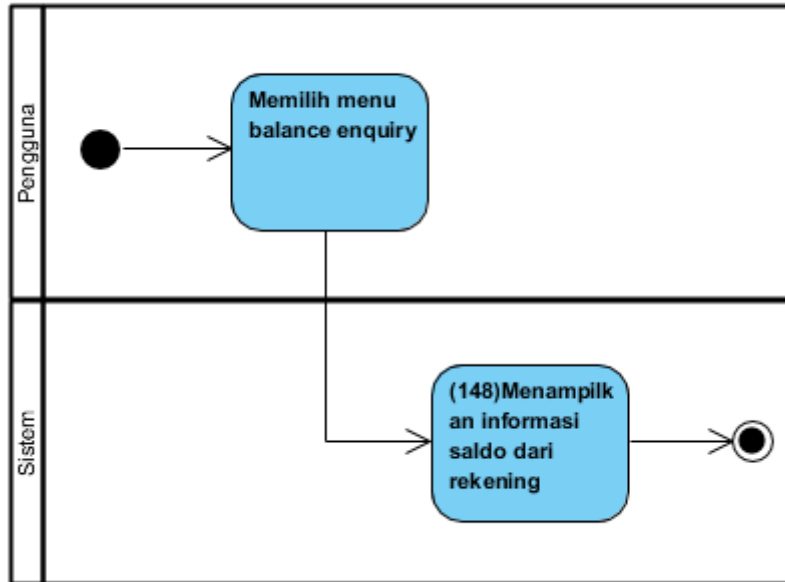
Gambar B.18 Activity Diagram dari FR1 ATM Management System



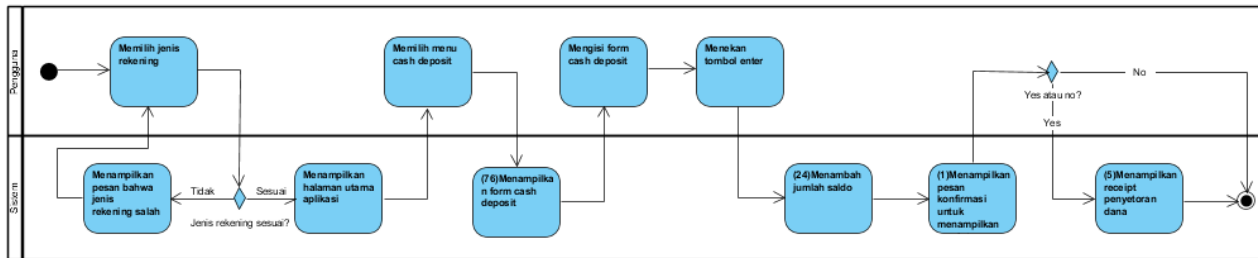
Gambar B.19 Acitiv Diagram dari FR2 ATM Management System



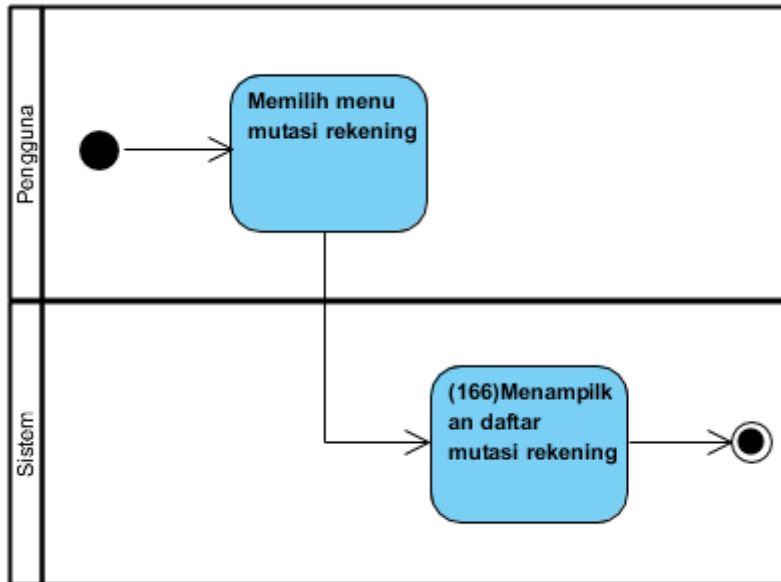
Gambar B.20 Acitivity Diagram dari FR3 ATM Management System



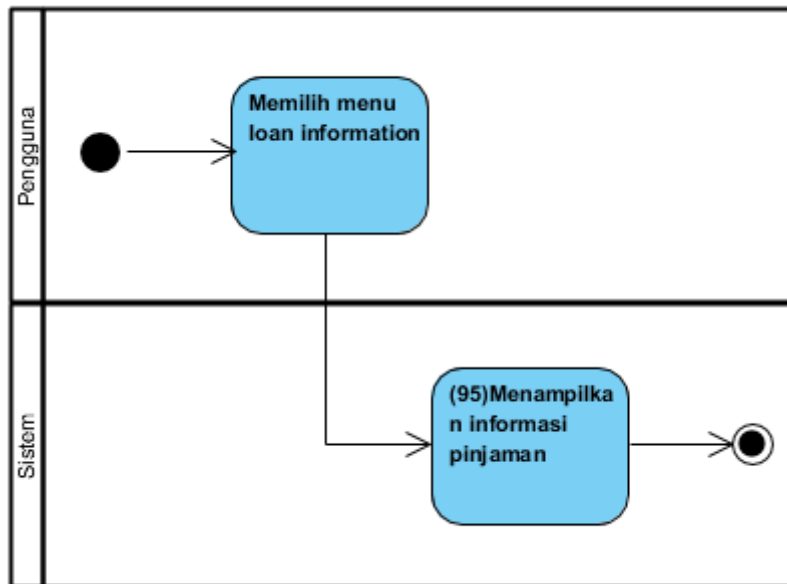
Gambar B.21 Activity Diagram dari FR4 ATM Management System



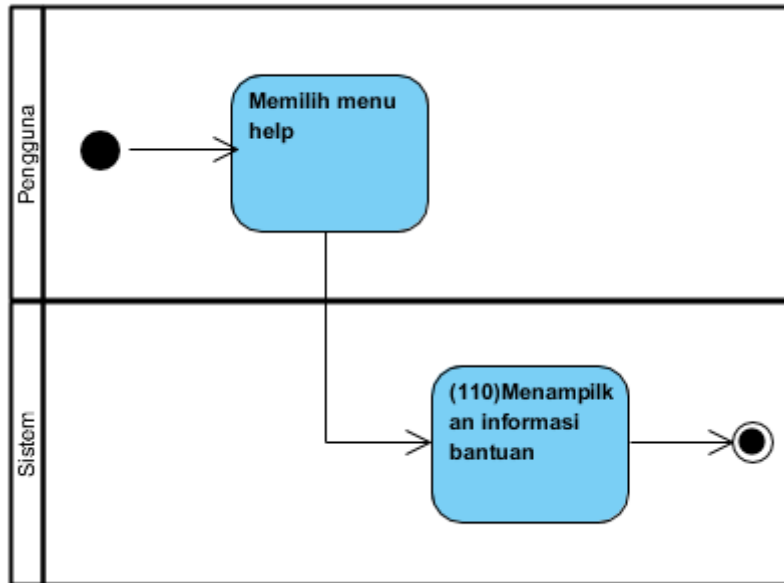
Gambar B.22 Activity Diagram dari FR5 ATM Management System



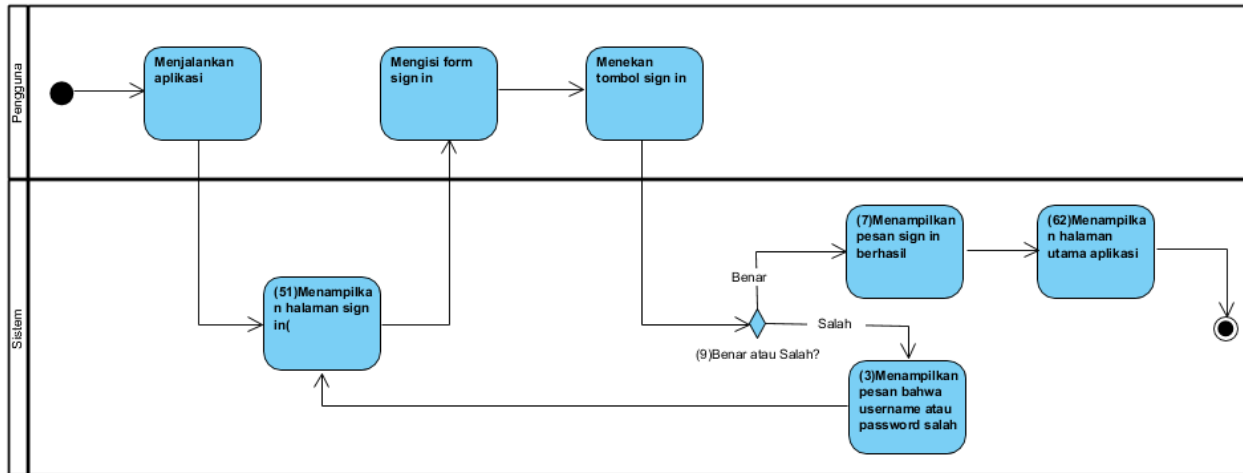
Gambar B.23 Acitivity Diagram dari FR6 ATM Management System



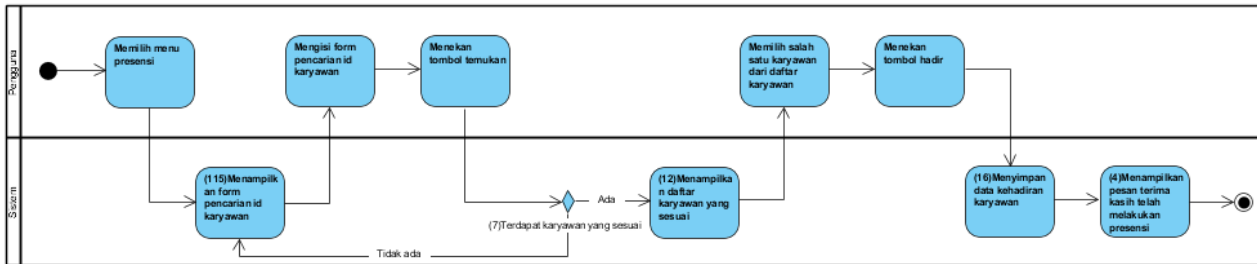
Gambar B.24 Acitiv Diagram dari FR7 ATM Management System



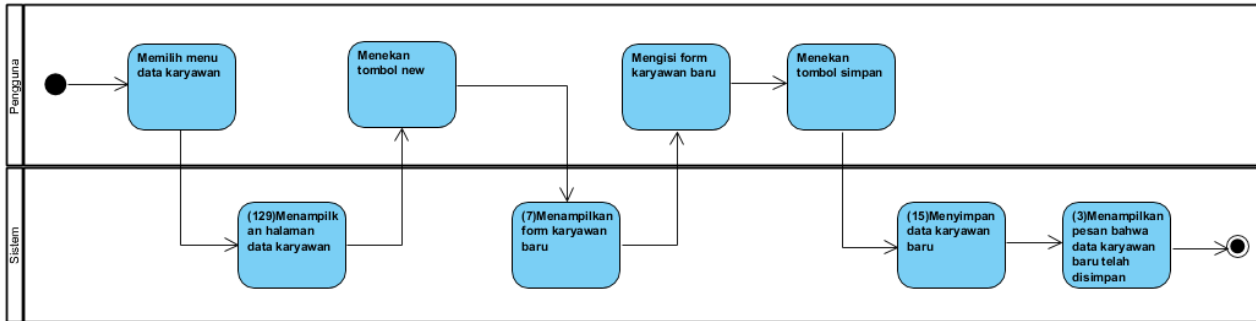
Gambar B.25 Acitivity Diagram dari FR8 ATM Management System



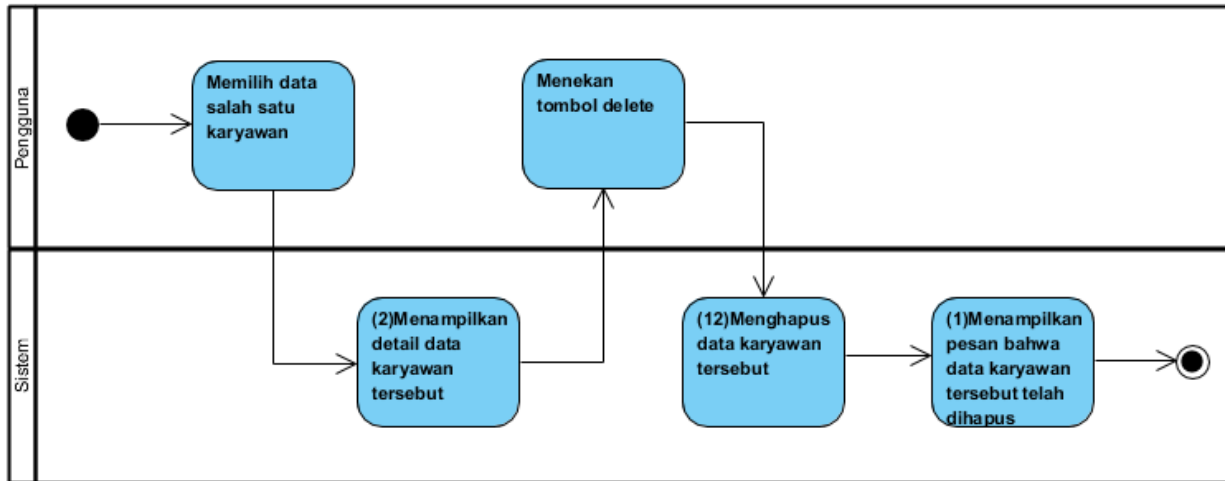
Gambar B.26 Acitivity Diagram dari FR1 Employee Management System



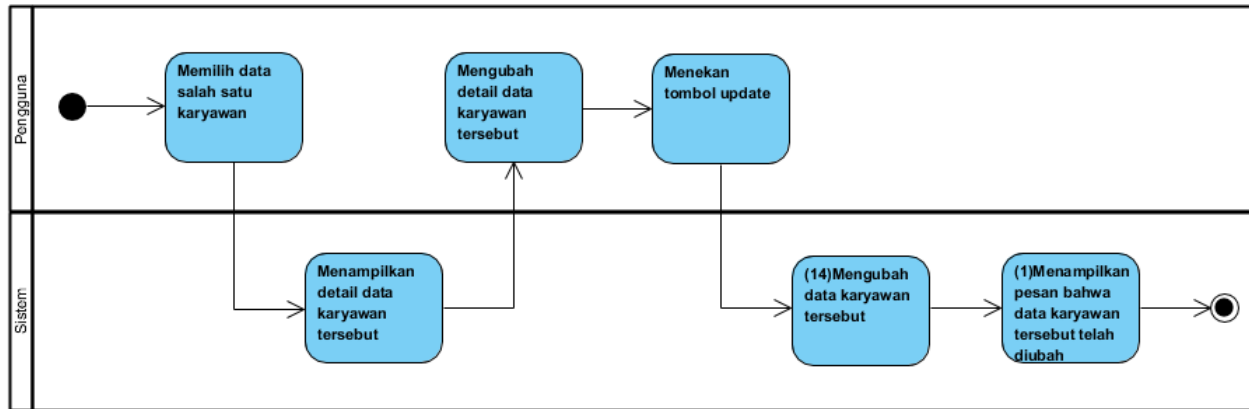
Gambar B.27 Acitivity Diagram dari FR2 Employee Management System



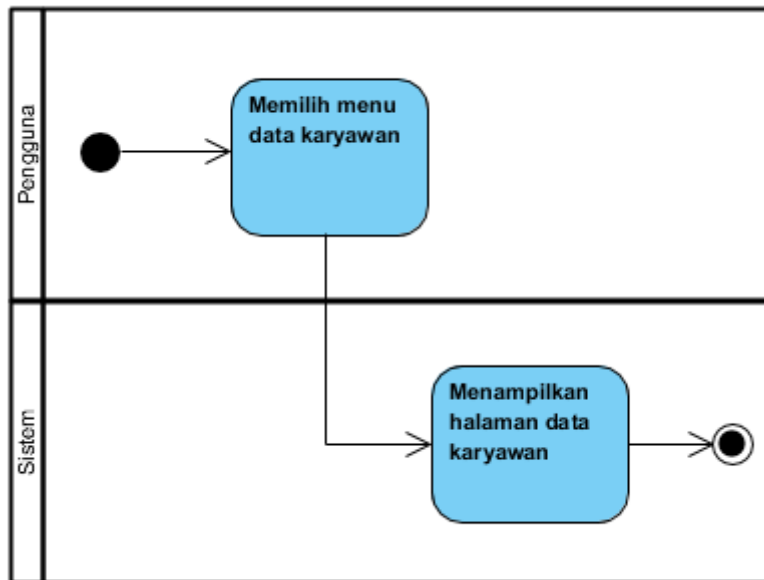
Gambar B.28 Acitivity Diagram dari FR3 Employee Management System



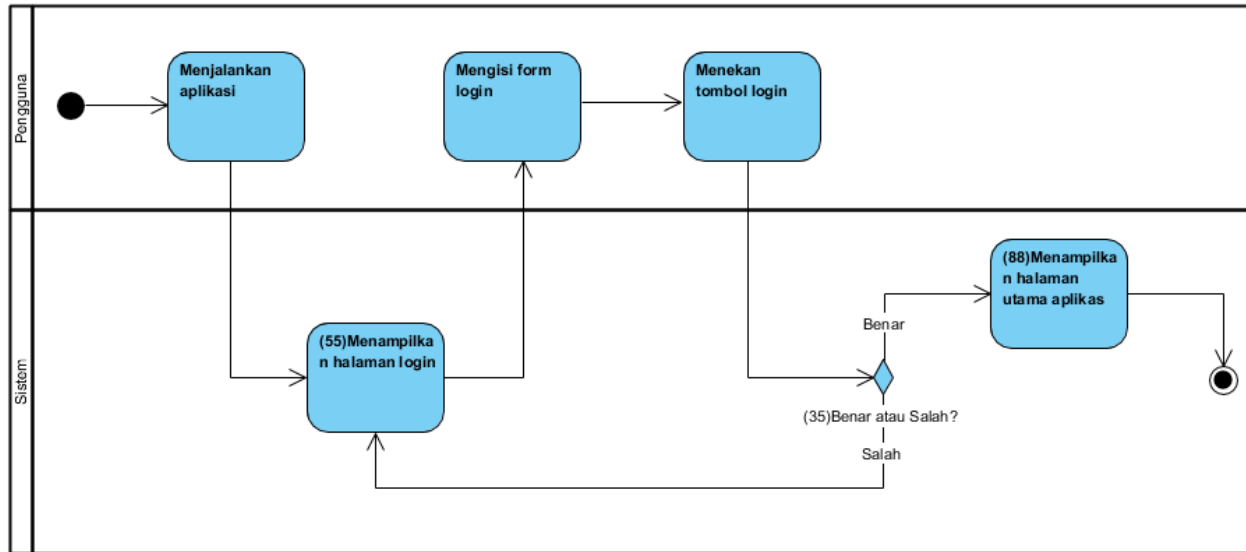
Gambar B.29 Activity Diagram dari FR4 Employee Management System



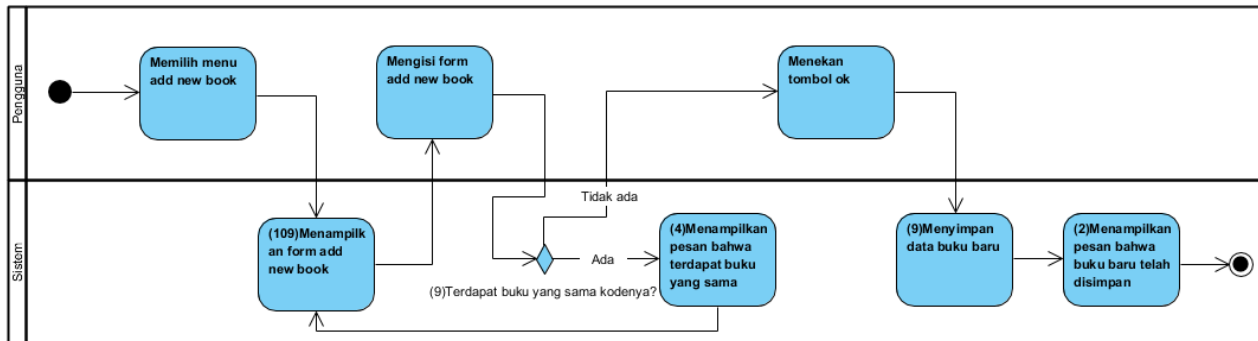
Gambar B.30 Acitivity Diagram dari FR5 Employee Management System



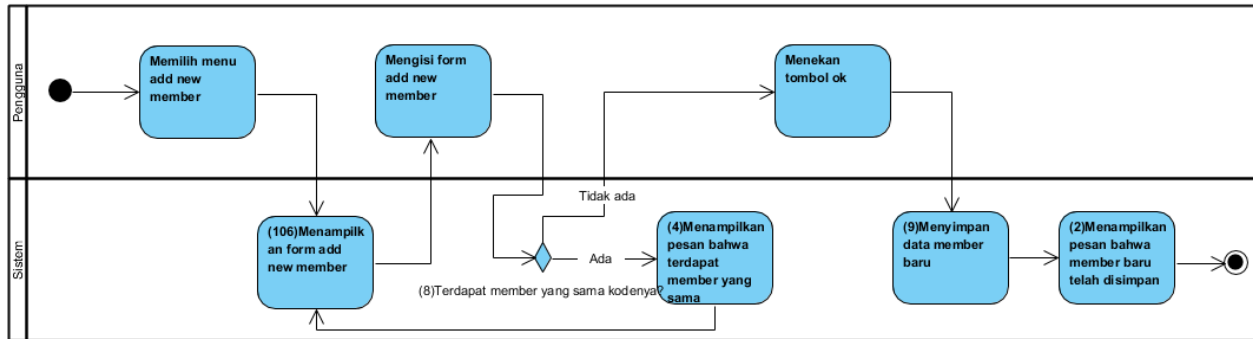
Gambar B.31 Acitivity Diagram dari FR6 Employee Management System



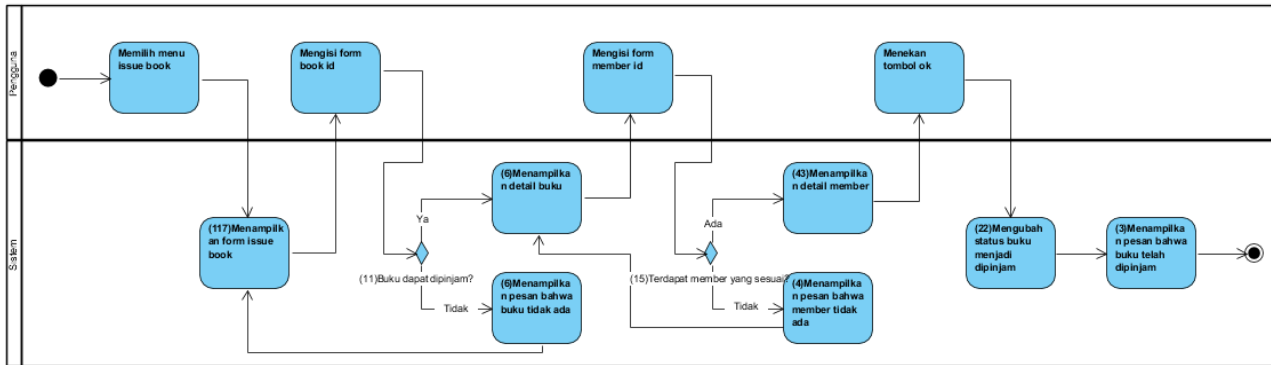
Gambar B.32 Activity Diagram dari FR1 Library Management System



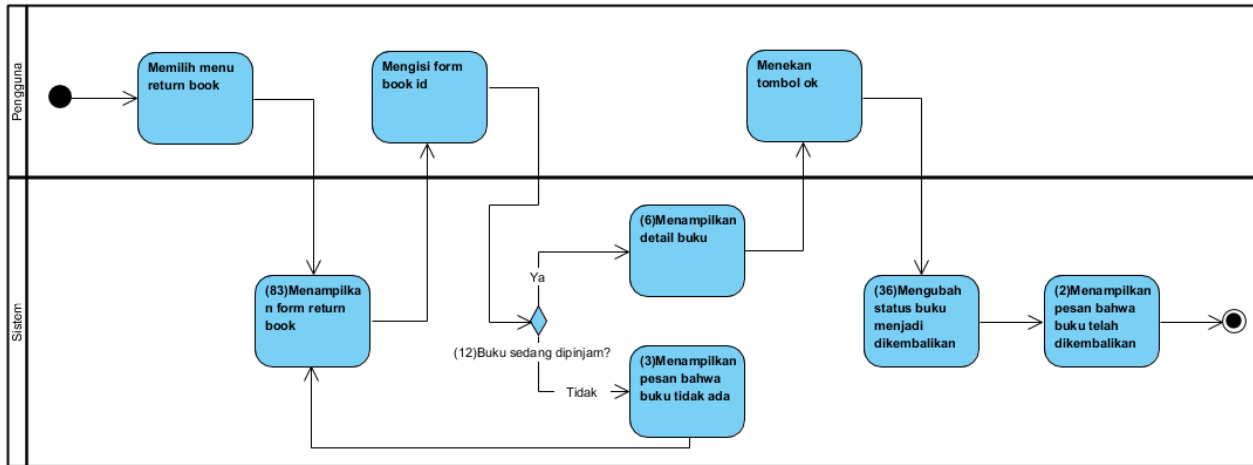
Gambar B.33 Acitivity Diagram dari FR2 Library Management System



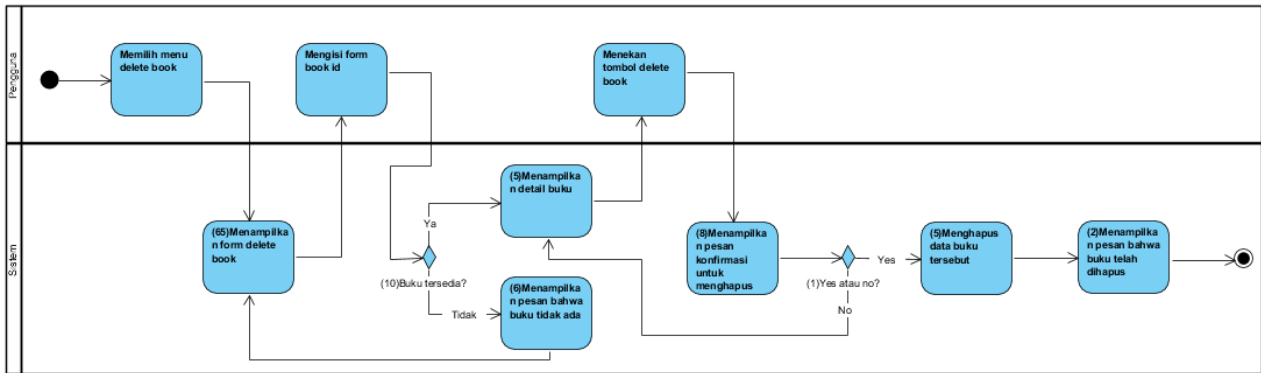
Gambar B.34 Acitivity Diagram dari FR3 Library Management System



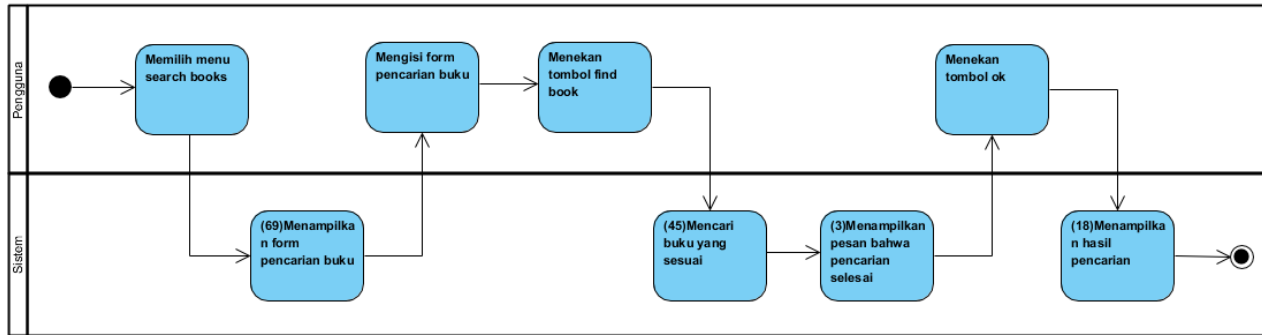
Gambar B.35 Acitivity Diagram dari FR4 Library Management System



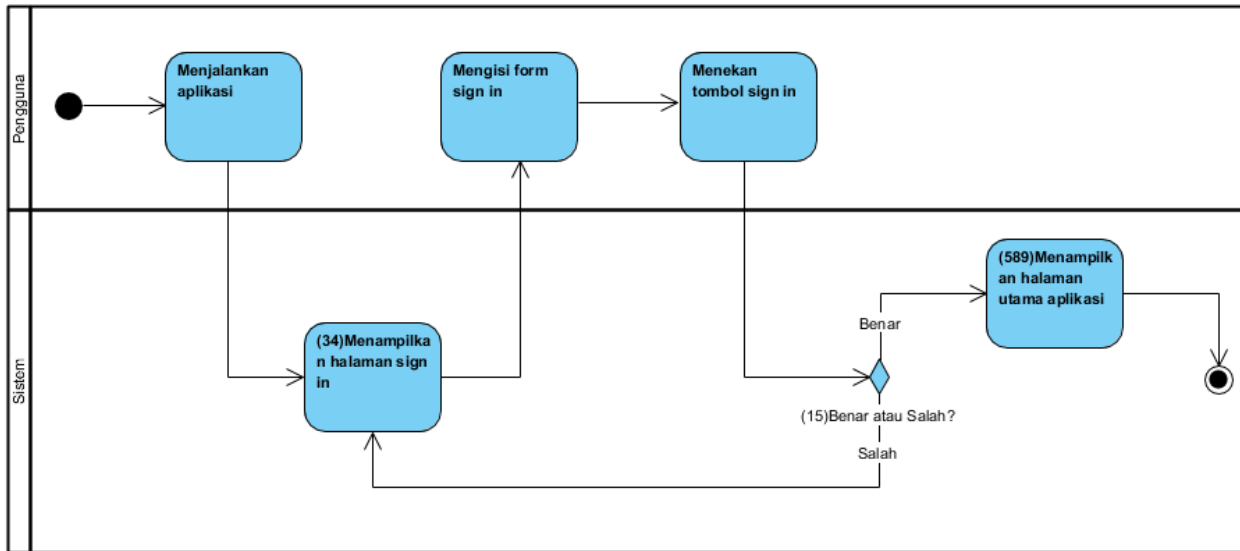
Gambar B.36 Acitivity Diagram dari FR5 Library Management System



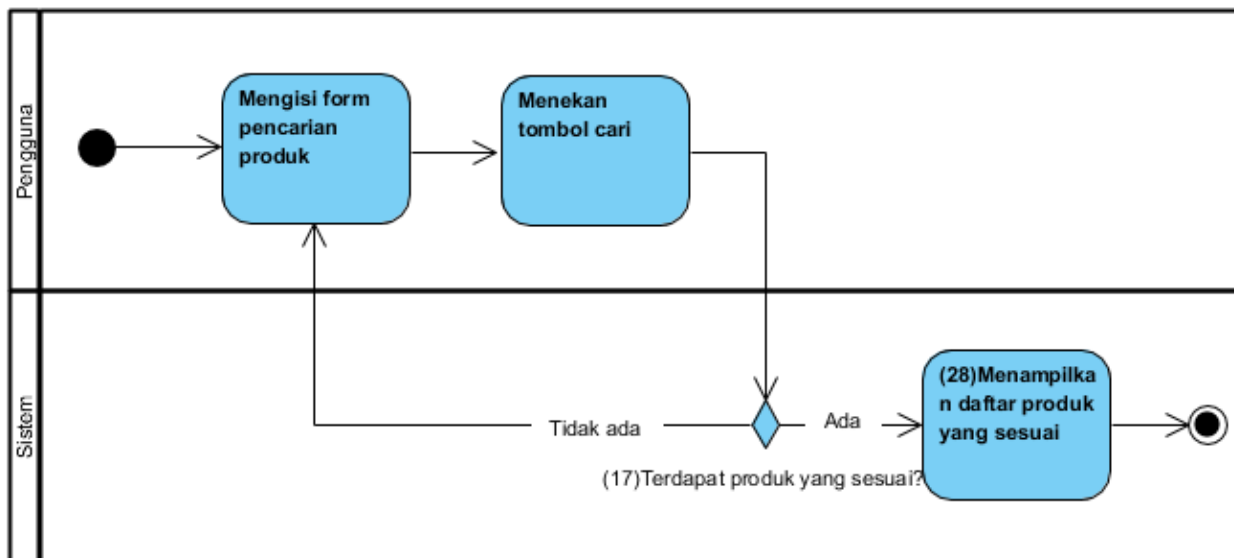
Gambar B.37 Activity Diagram dari FR6 Library Management System



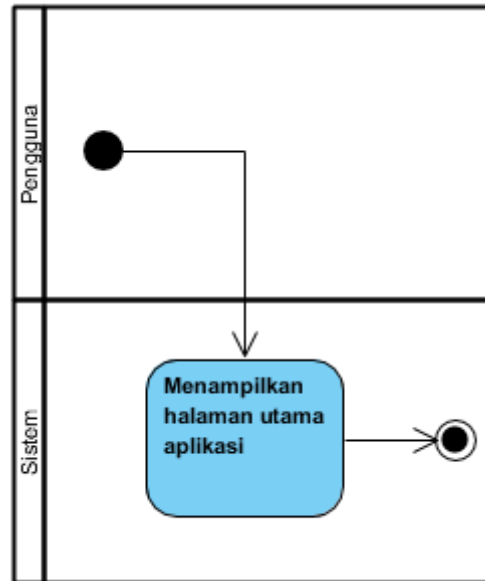
Gambar B.38 Activity Diagram dari FR7 Library Management System



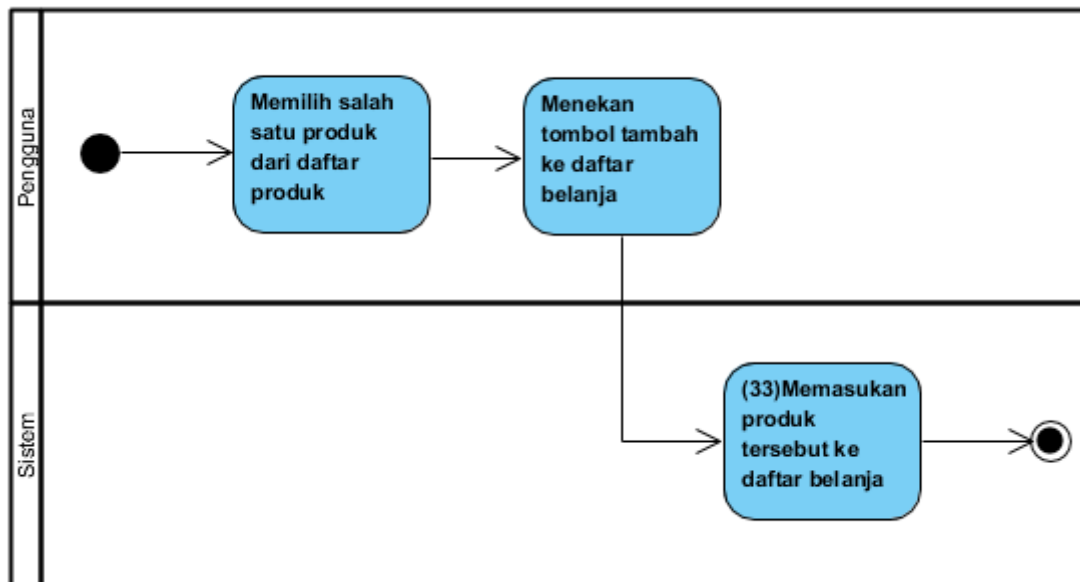
Gambar B.39 Acitivity Diagram dari FR1 Point of Sale System



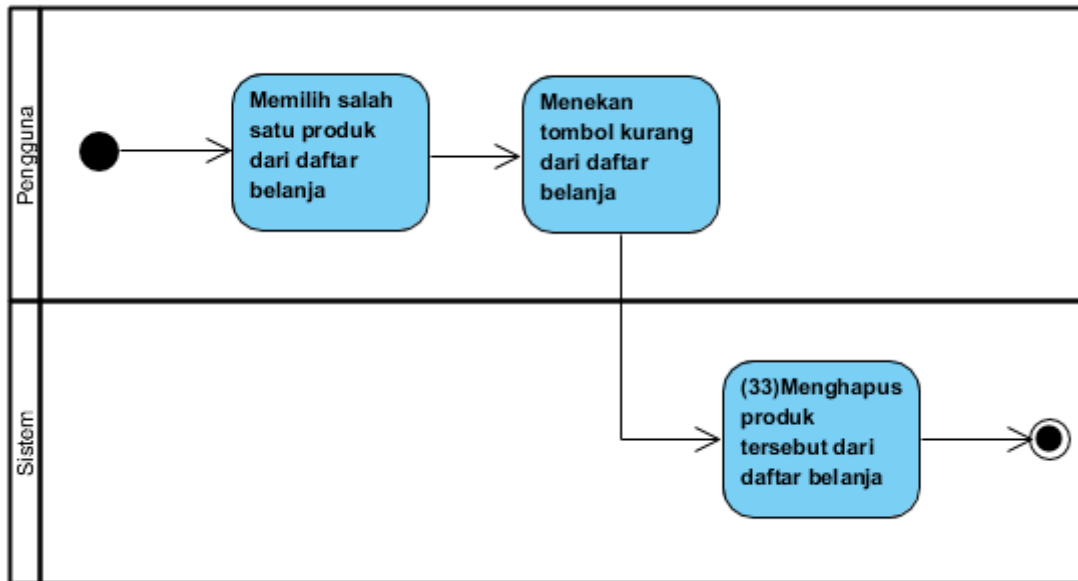
Gambar B.40 Acitivity Diagram dari FR2 Point of Sale System



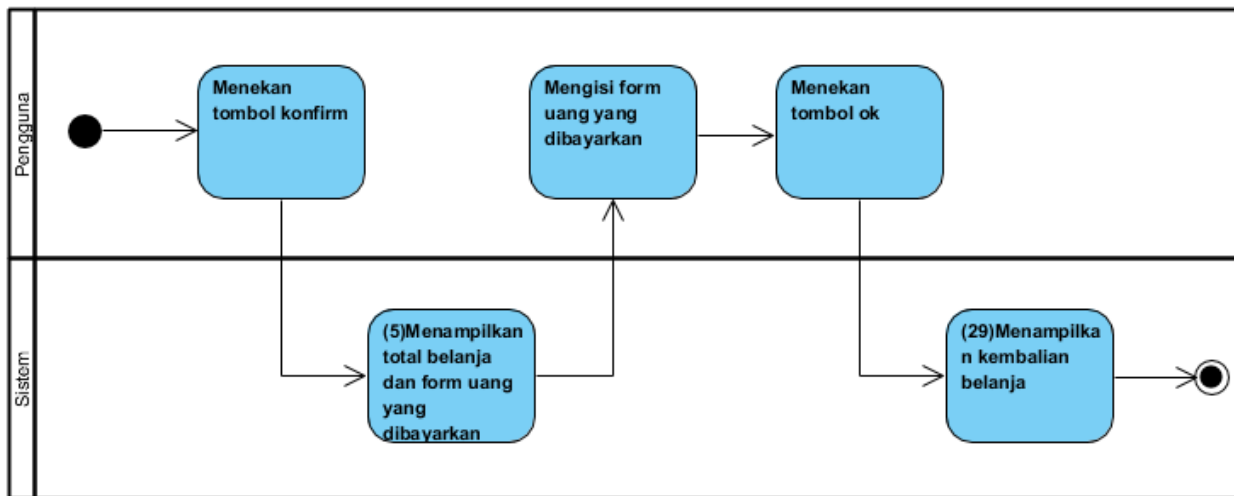
Gambar B.41 Acitivity Diagram dari FR3 Point of Sale System



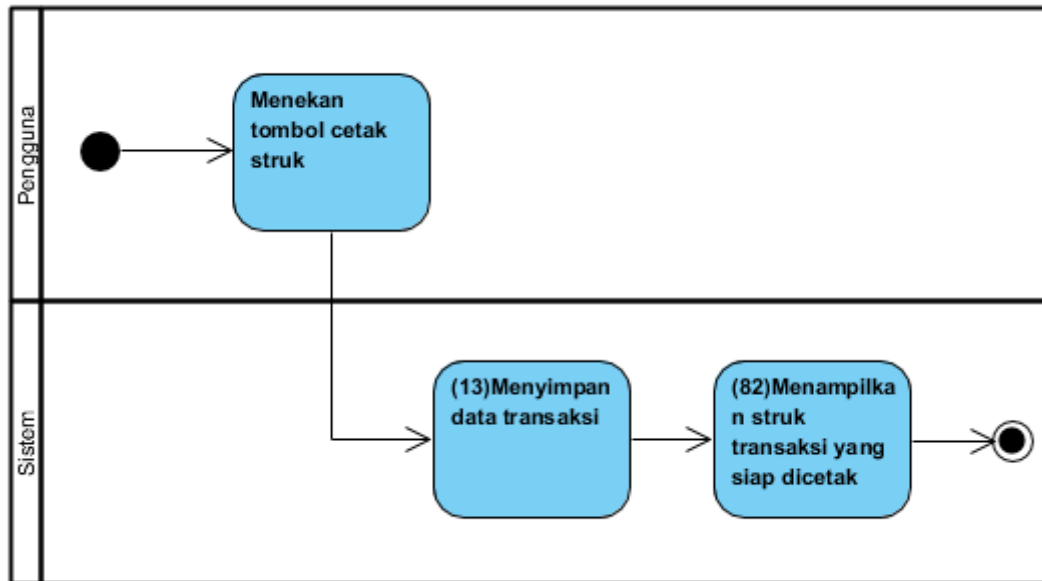
Gambar B.42 Activity Diagram dari FR4 Point of Sale System



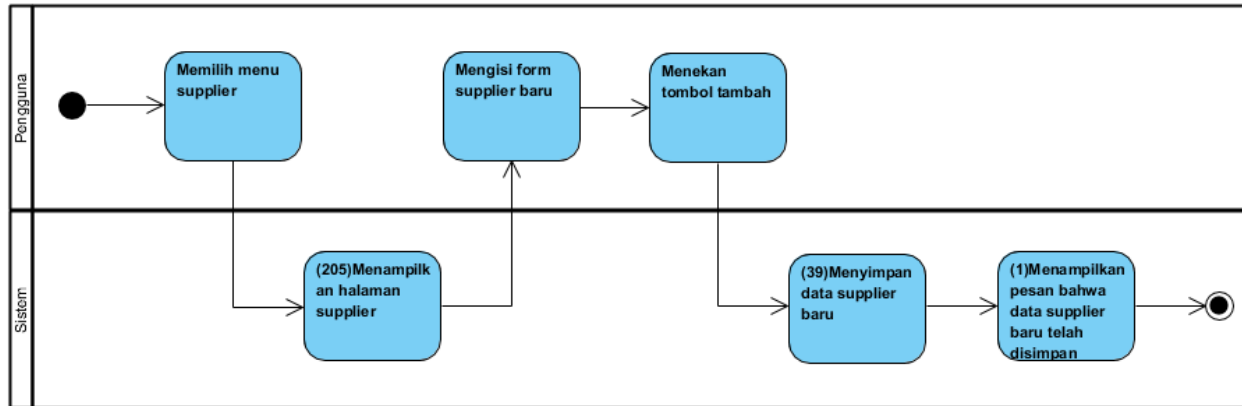
Gambar B.43 Acitivity Diagram dari FR5 Point of Sale System



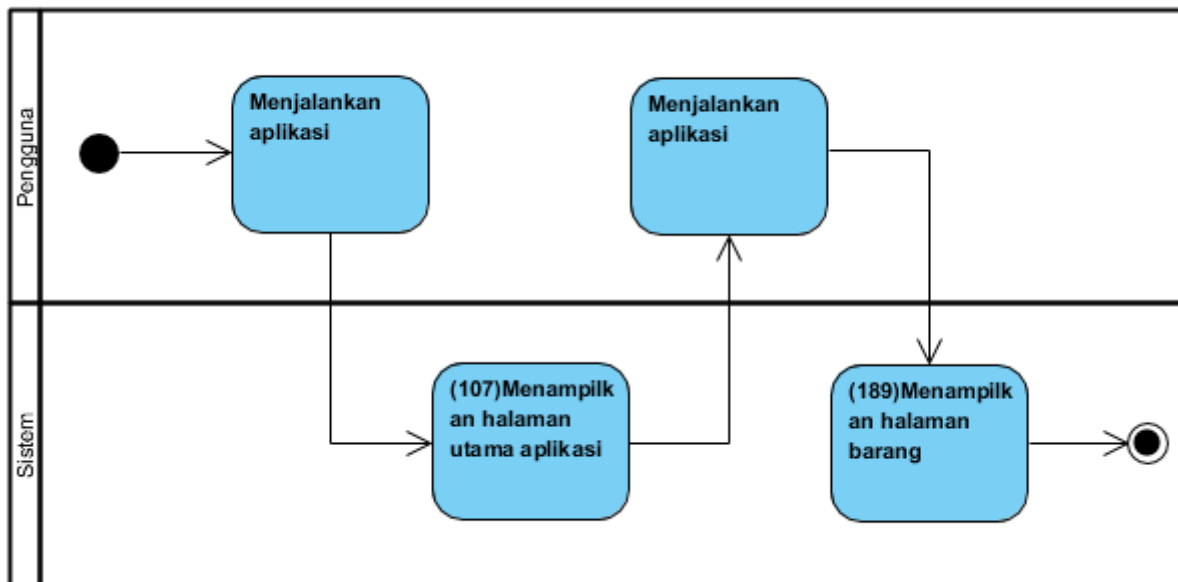
Gambar B.44 Activity Diagram dari FR6 Point of Sale System



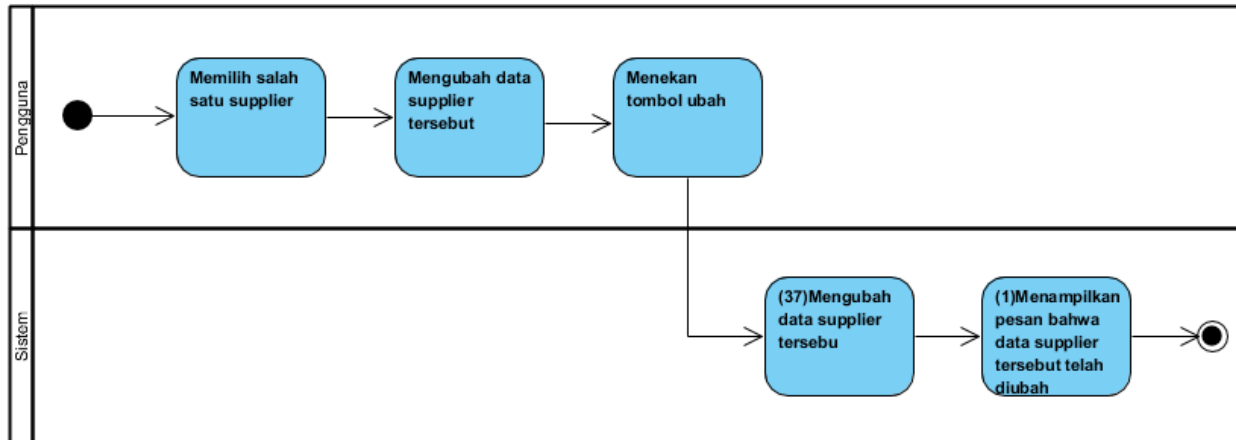
Gambar B.45 Acitivity Diagram dari FR7 Point of Sale System



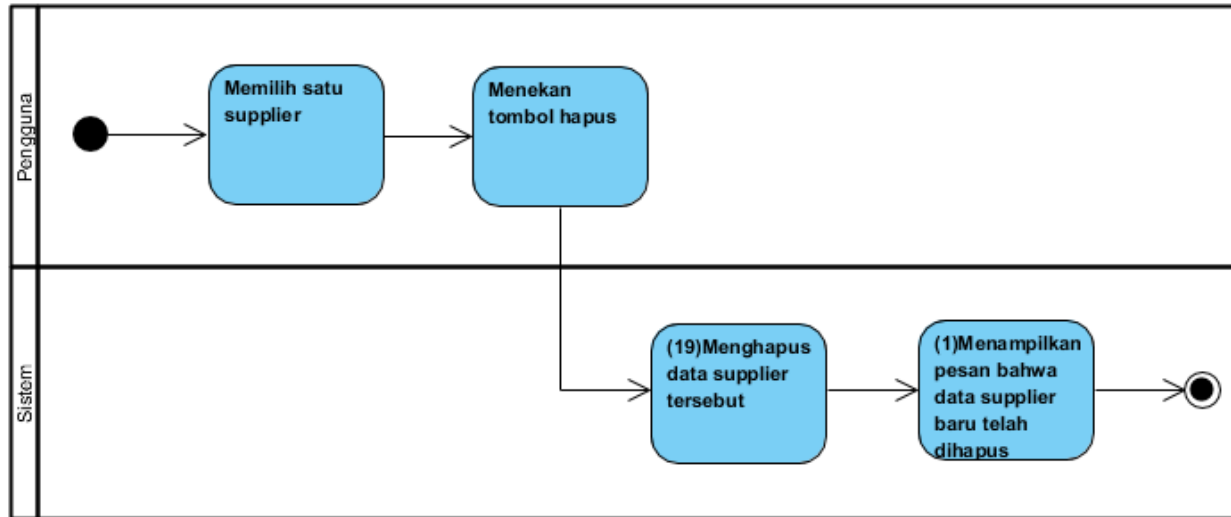
Gambar B.46 Activity Diagram dari FR1 Procurement Management System



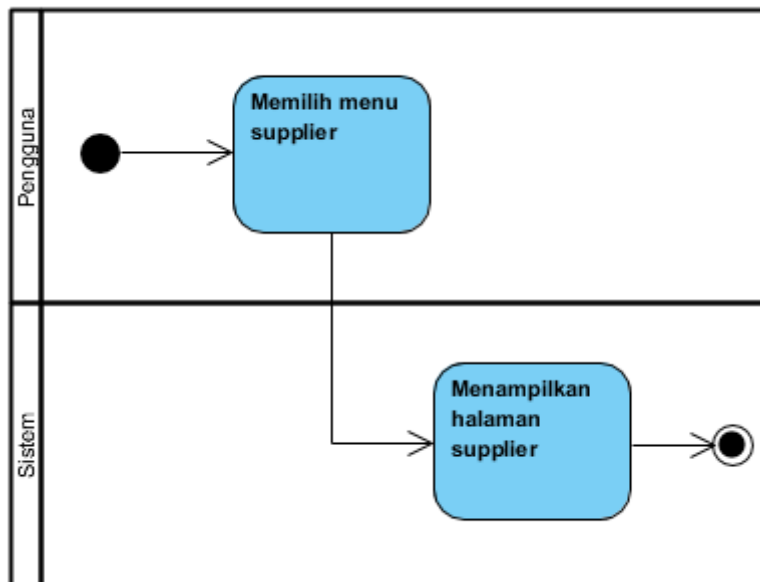
Gambar B.47 Activity Diagram dari FR2 Procurement Management System



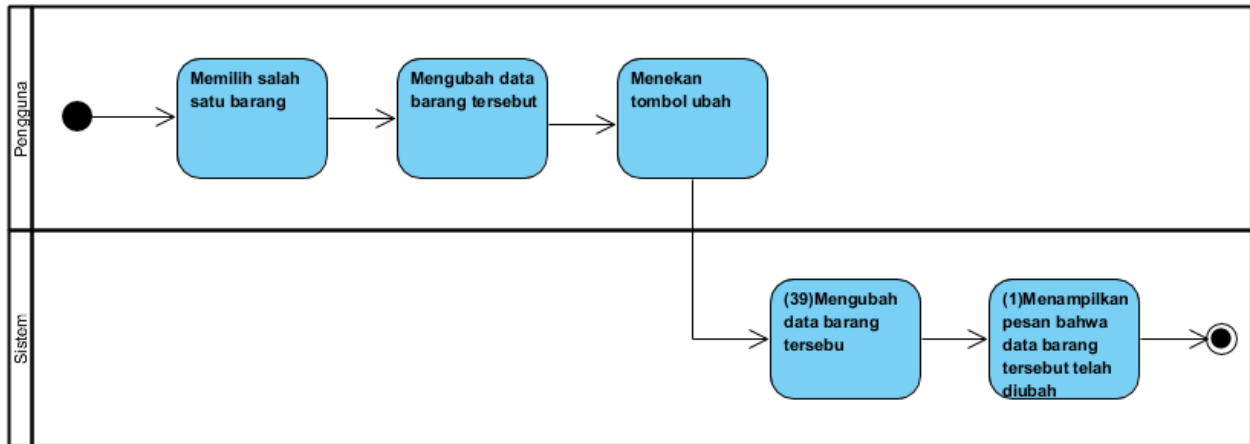
Gambar B.48 Acitivity Diagram dari FR3 Procurement Management System



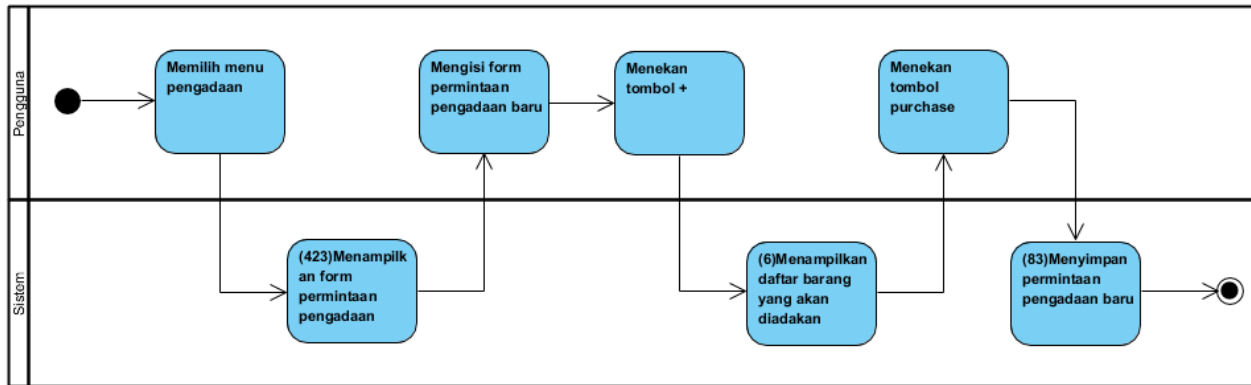
Gambar B.49 Acitivity Diagram dari FR4 Procurement Management System



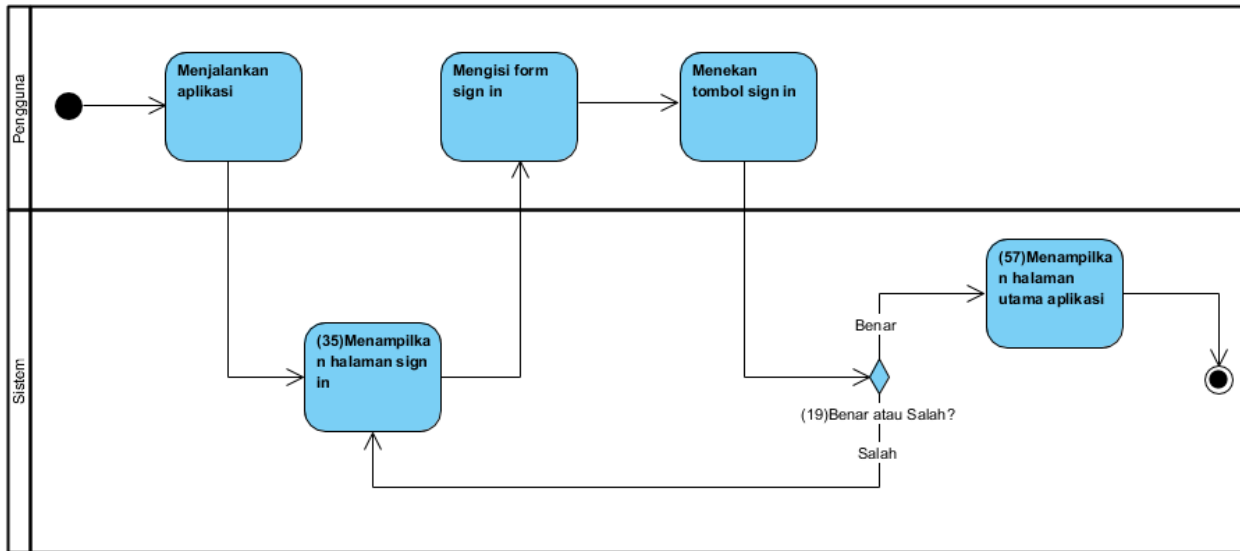
Gambar B.50 Acitivity Diagram dari FR5 Procurement Management System



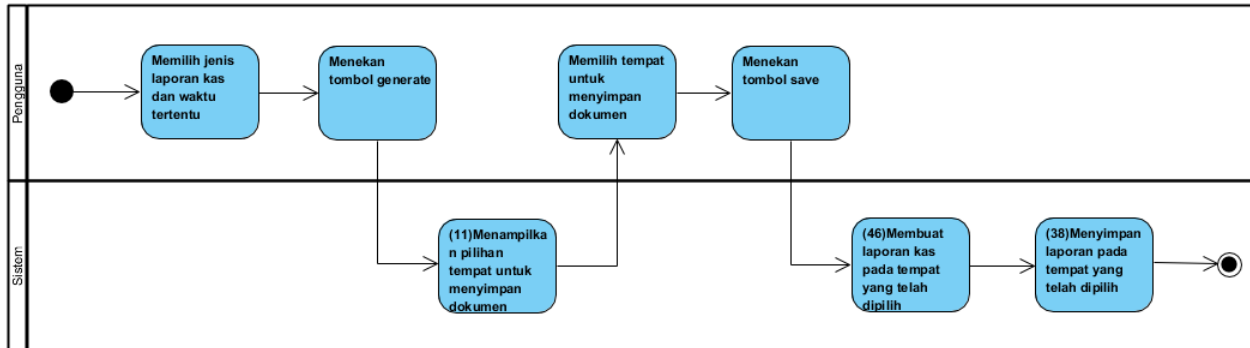
Gambar B.51 Activity Diagram dari FR6 Procurement Management System



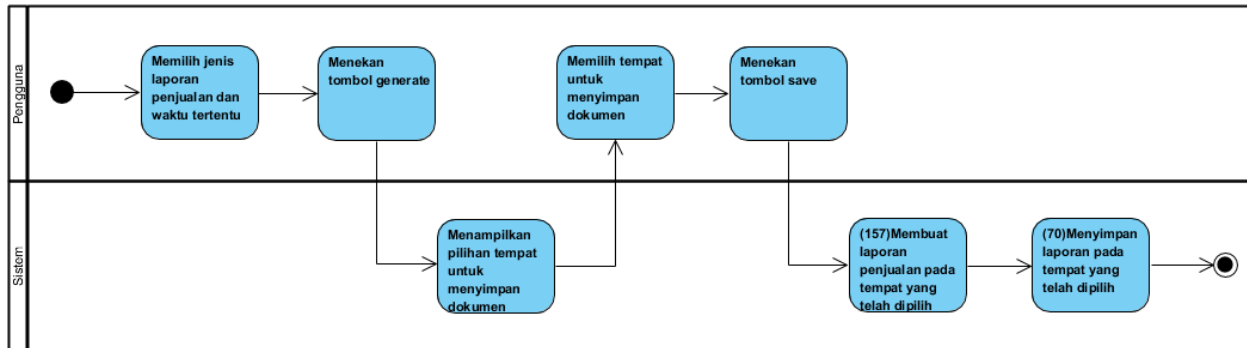
Gambar B.52 Activity Diagram dari FR7 Procurement Management System



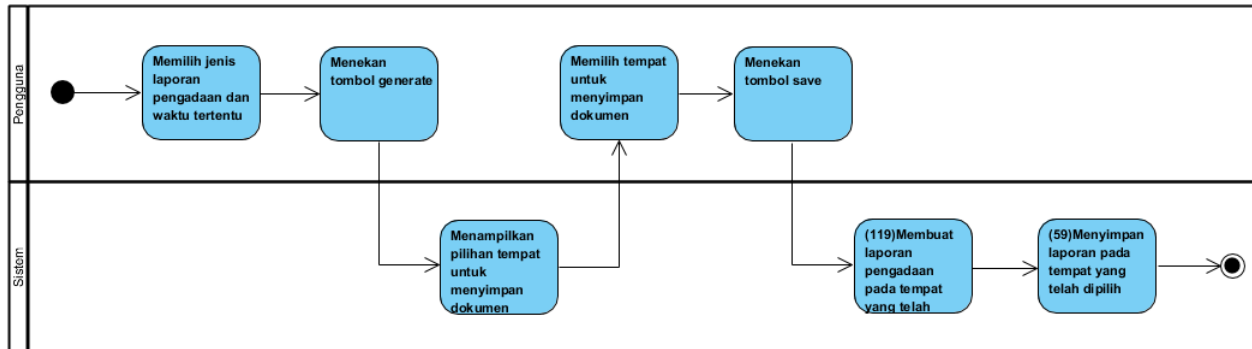
Gambar B.53 Activity Diagram dari FR1 Store Reporting System



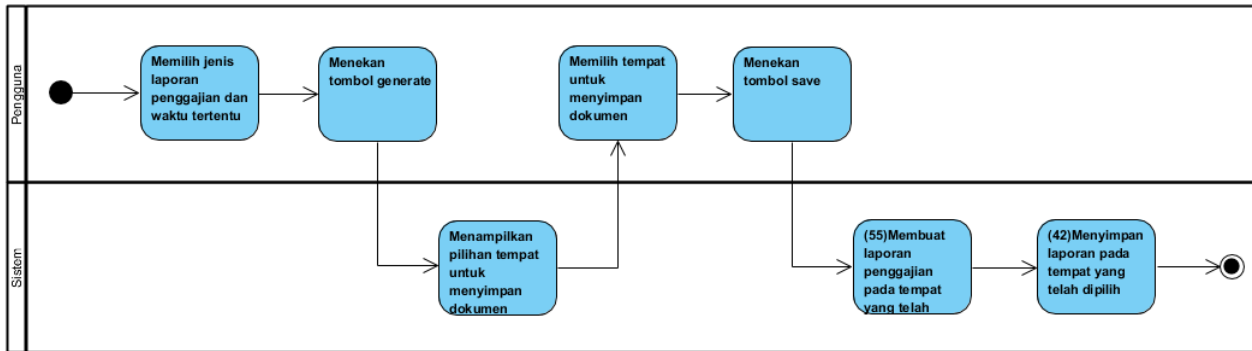
Gambar B.54 Activity Diagram dari FR2 Store Reporting System



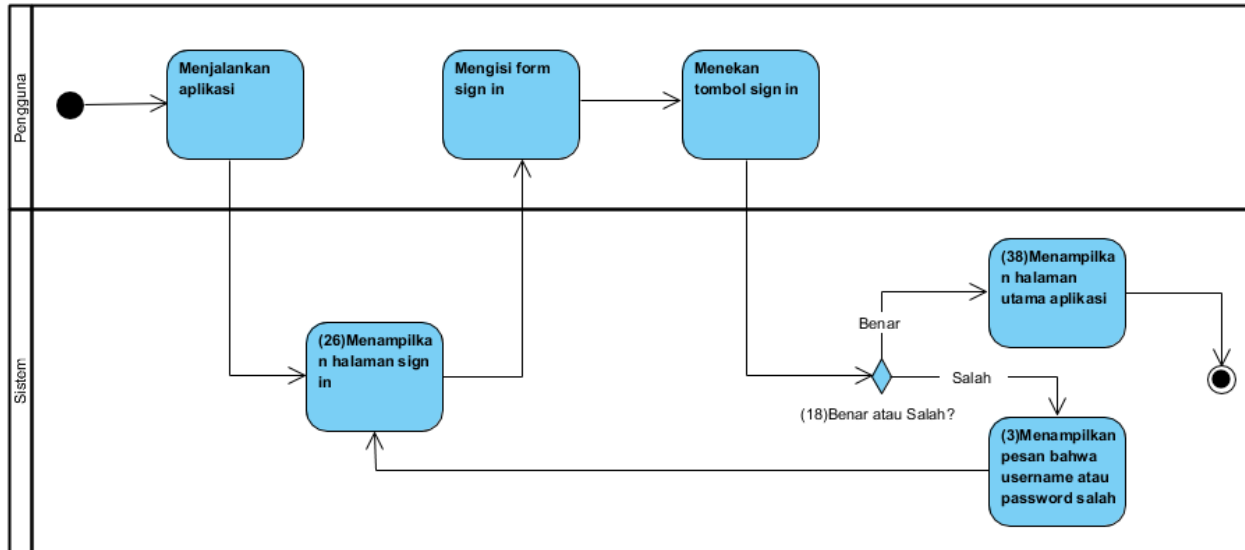
Gambar B.55 Acitivity Diagram dari FR3 Store Reporting System



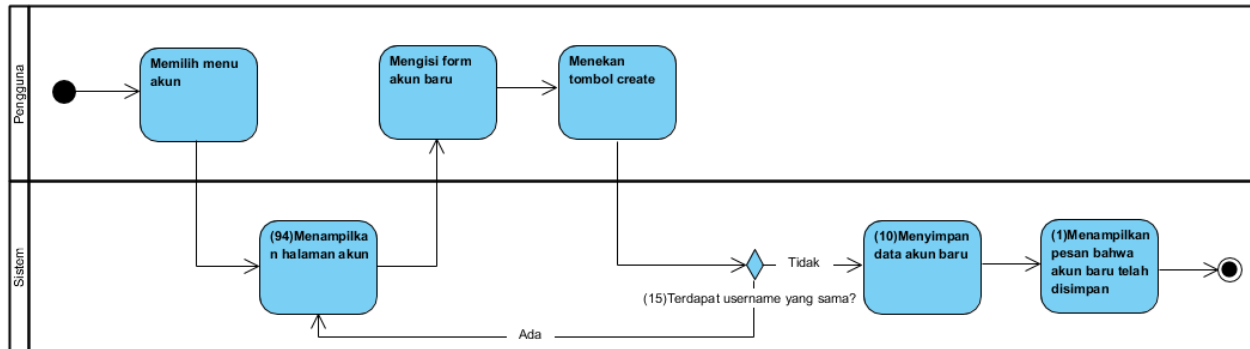
Gambar B.56 Acitivity Diagram dari FR4 Store Reporting System



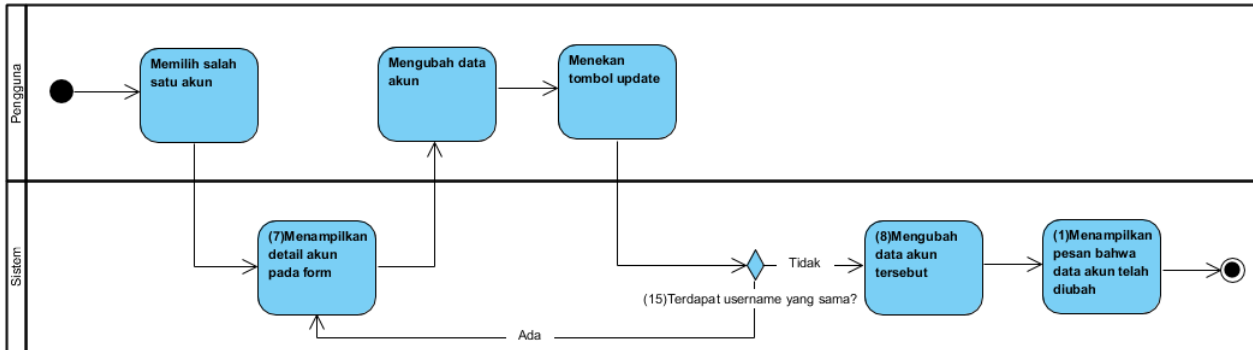
Gambar B.57 Acitivity Diagram dari FR5 Store Reporting System



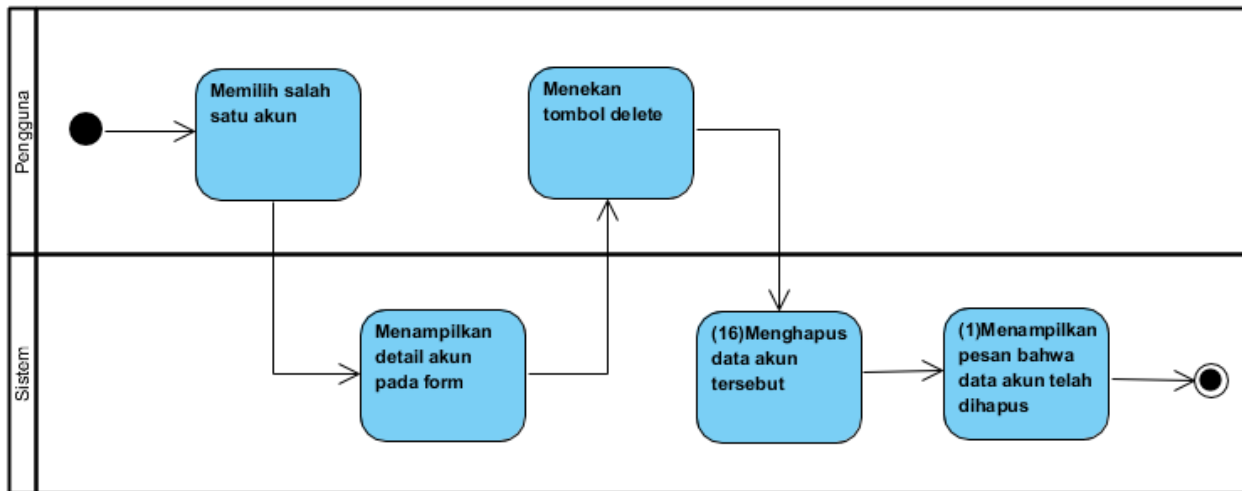
Gambar B.58 Acitivity Diagram dari FR1 Store Management System



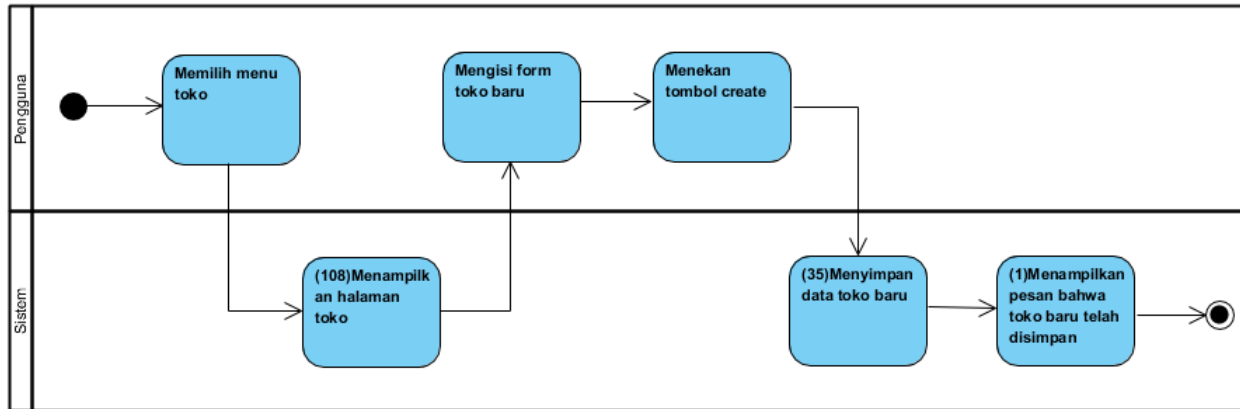
Gambar B.59 Acitivity Diagram dari FR2 Store Management System



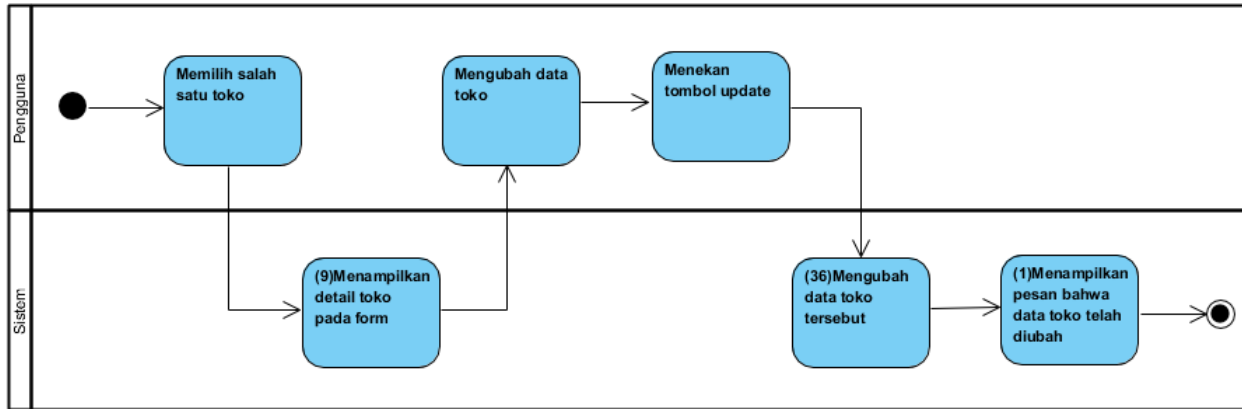
Gambar B.60 Acitivity Diagram dari FR3 Store Management System



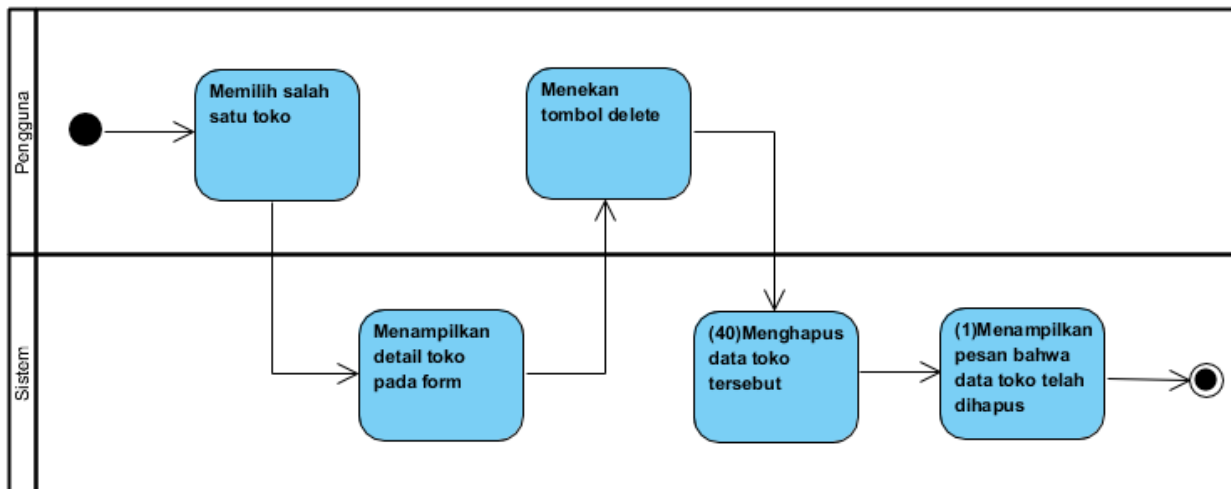
Gambar B.61 Acitivity Diagram dari FR4 Store Management System



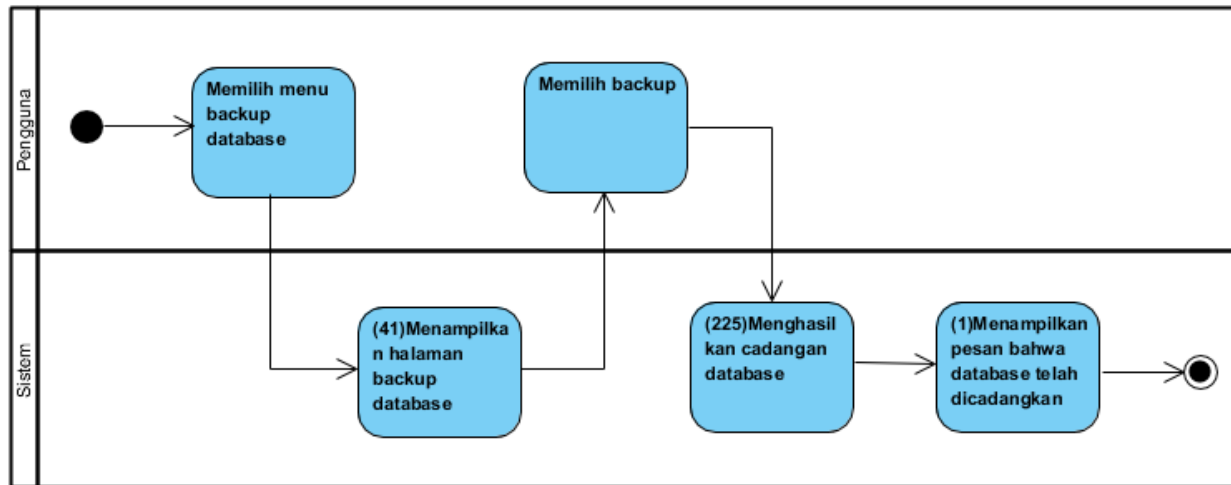
Gambar B.62 Acitivity Diagram dari FR5 Store Management System



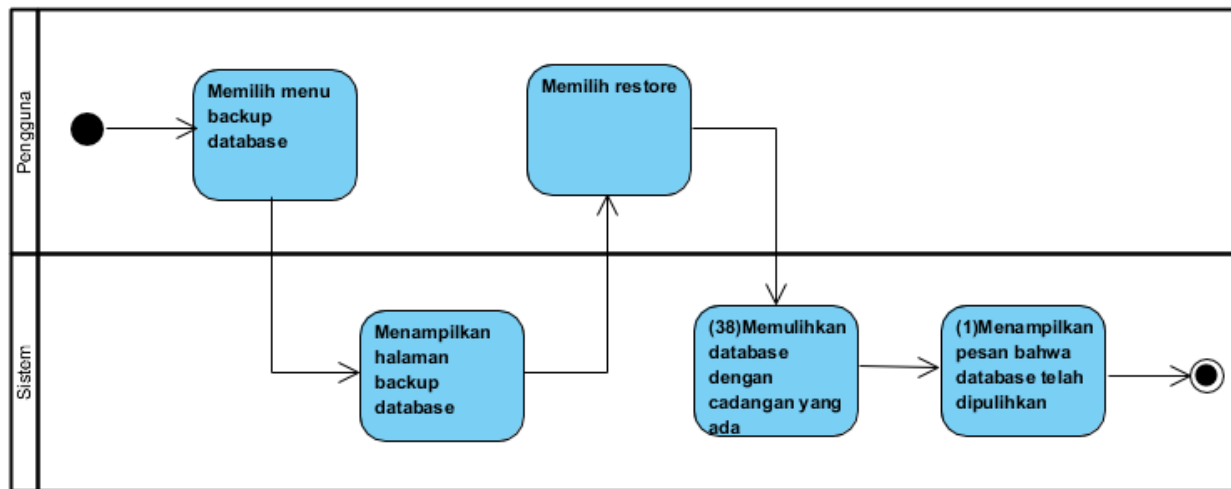
Gambar B.63 Acitivity Diagram dari FR6 Store Management System



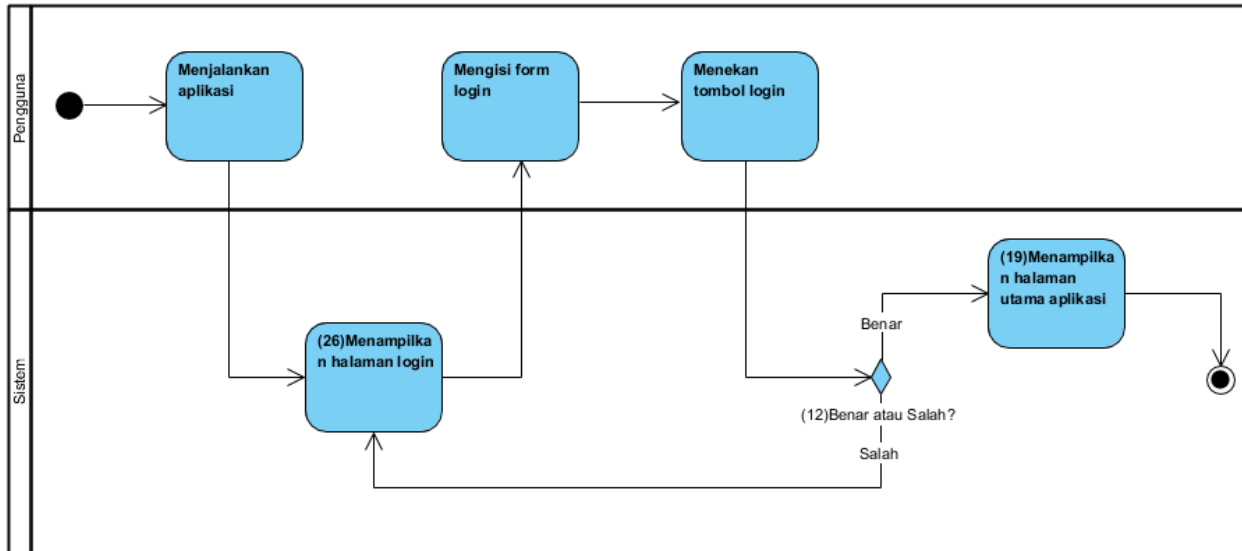
Gambar B.64 Acitivity Diagram dari FR7 Store Management System



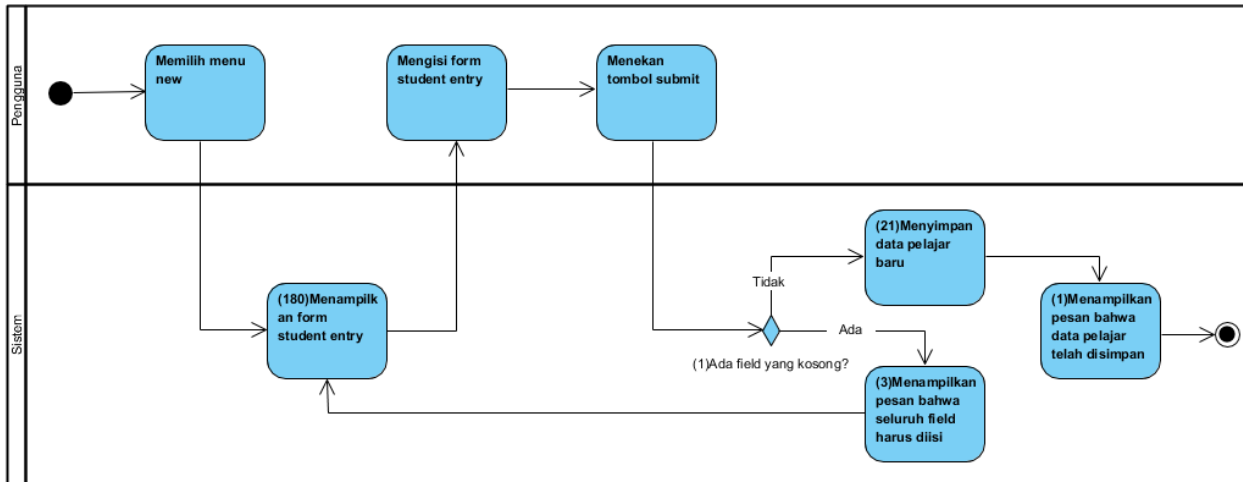
Gambar B.65 Acitivity Diagram dari FR8 Store Management System



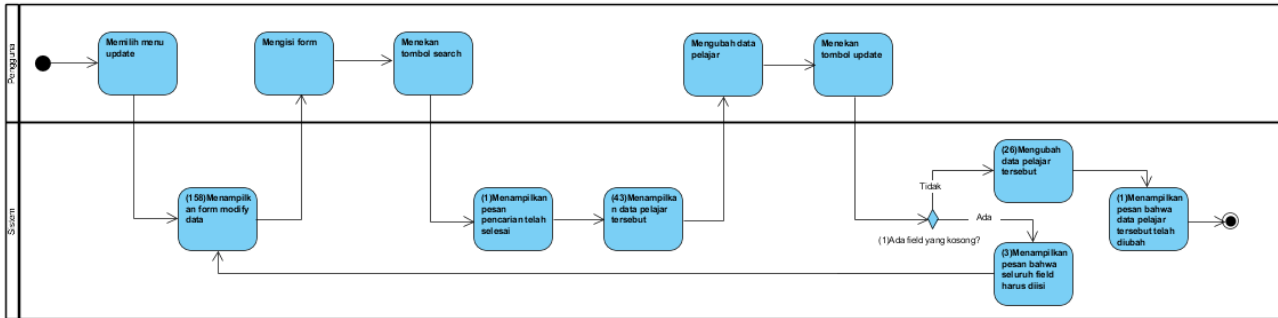
Gambar B.66 Activity Diagram dari FR9 Store Management System



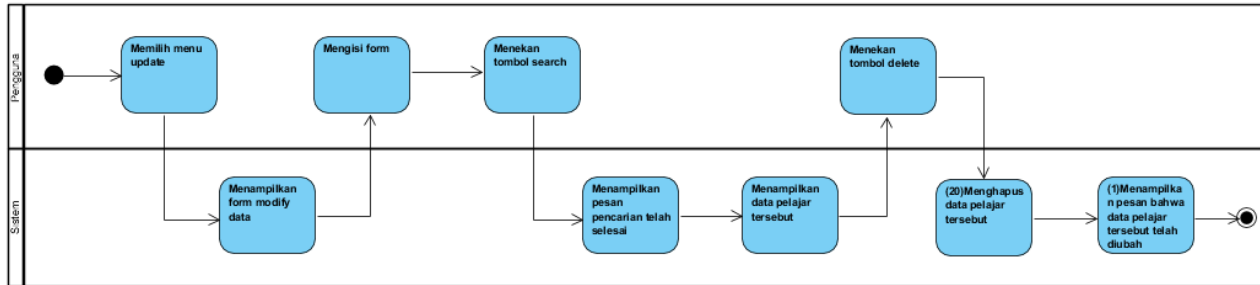
Gambar B.67 Activity Diagram dari FR1 Student Registration Management System



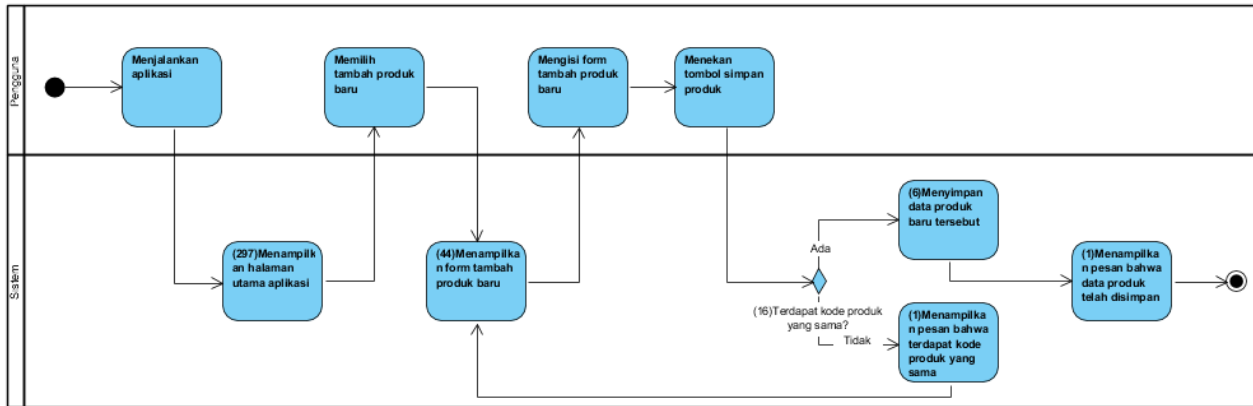
Gambar B.68 Acitivity Diagram dari FR2 Student Registration Management System



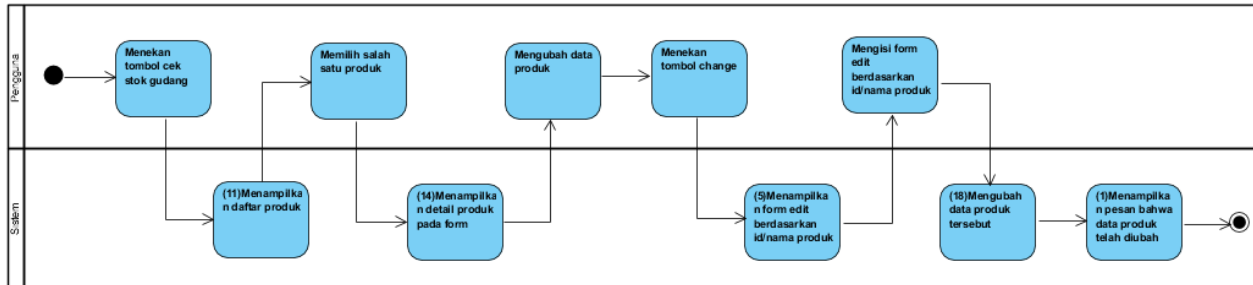
Gambar B.69 Acitivity Diagram dari FR3 Student Registration Management System



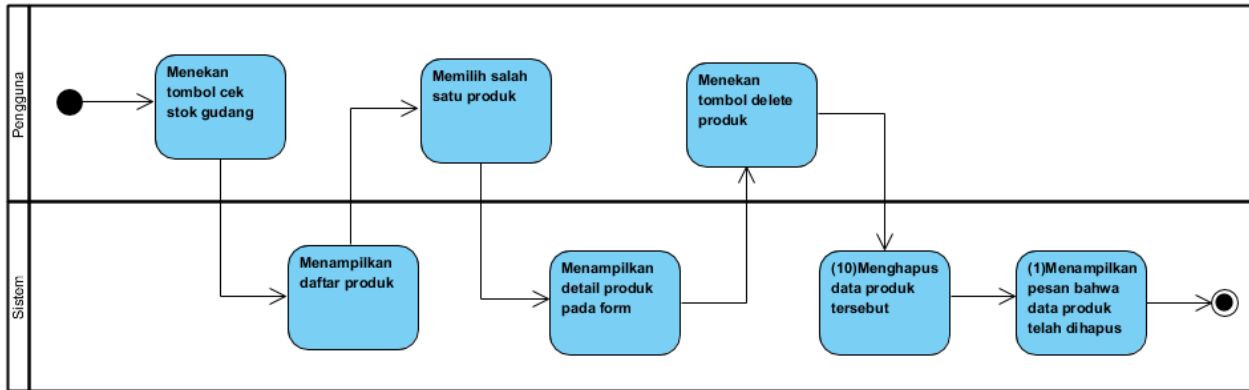
Gambar B.70 Acitivy Diagram dari FR4 Student Registration Management System



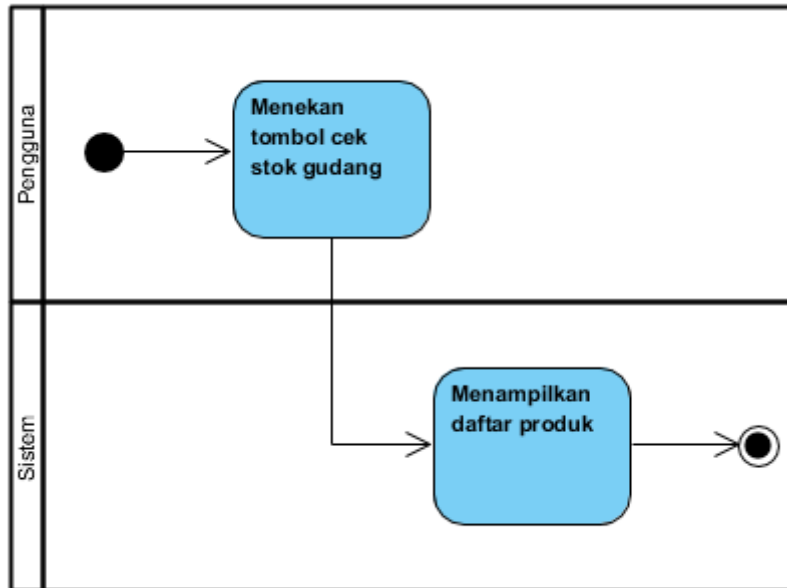
Gambar B.71 Acitivity Diagram dari FR1 Warehouse Management System



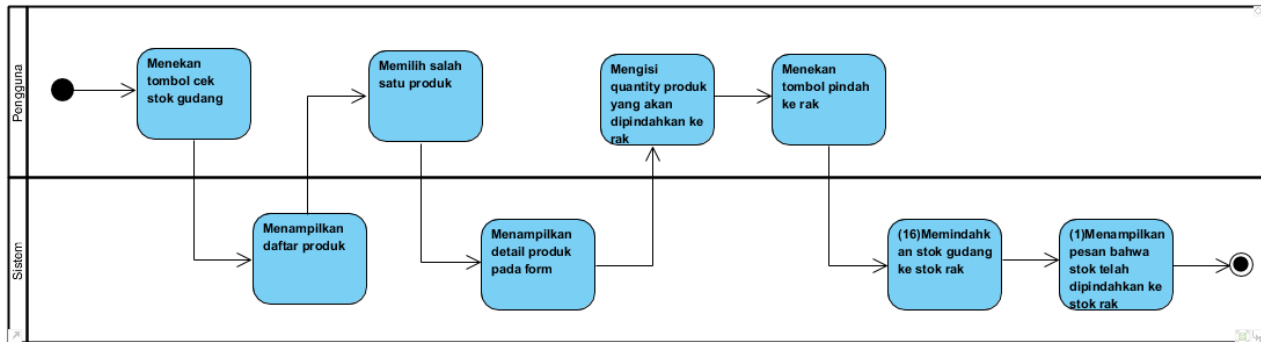
Gambar B.72 Acitivity Diagram dari FR1 Warehouse Management System



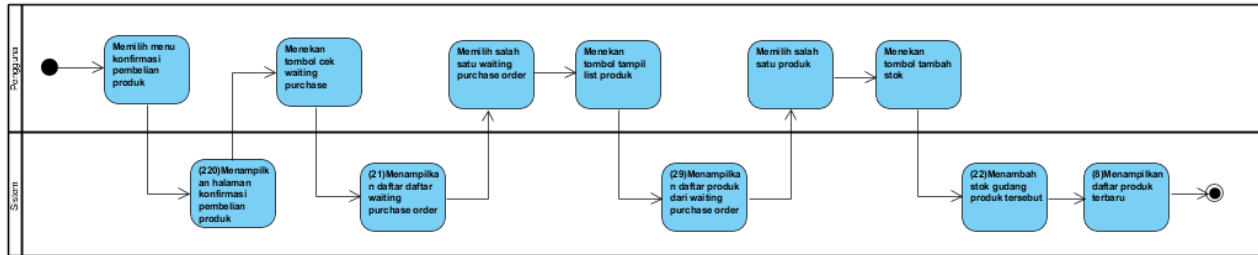
Gambar B.73 Acitivity Diagram dari FR2 Warehouse Management System



Gambar B.74 Activity Diagram dari FR3 Warehouse Management System



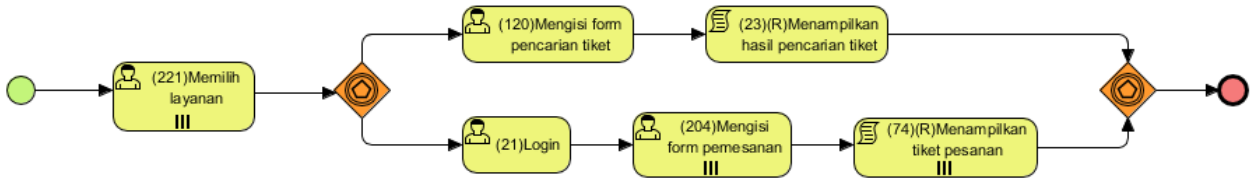
Gambar B.75 Acitivity Diagram dari FR4 Warehouse Management System



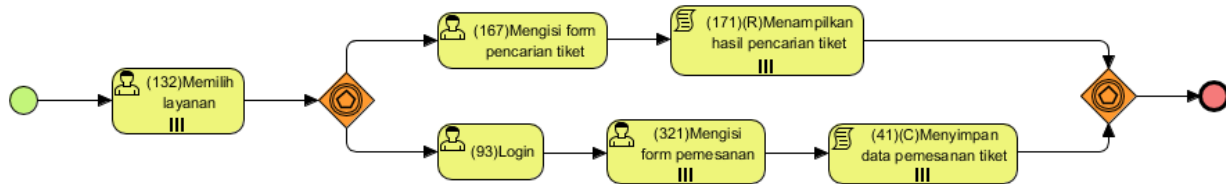
Gambar B.76 Acitivity Diagram dari FR5 Warehouse Management System

LAMPIRAN C

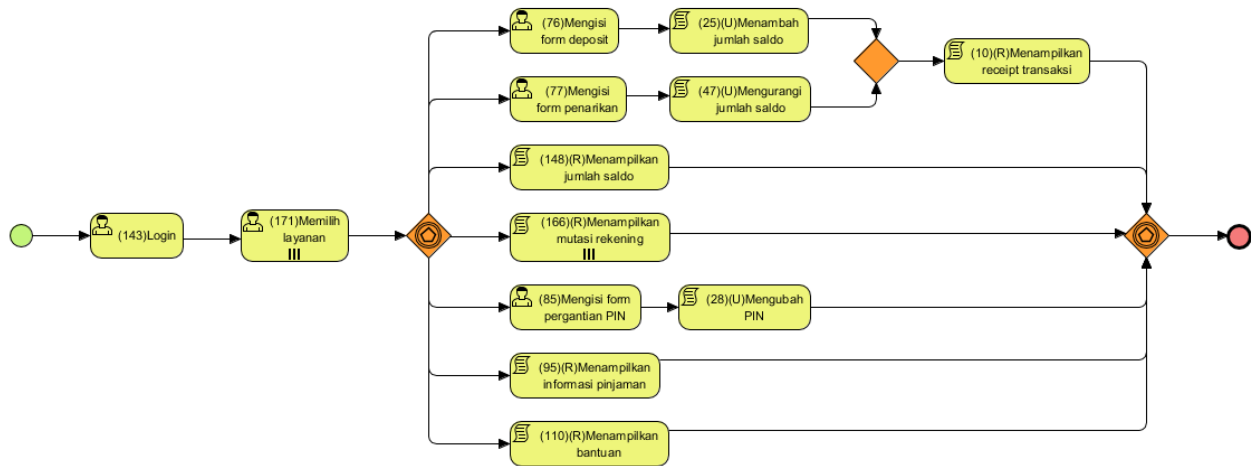
C.1 Model Proses Bisnis Sampel Kode Program



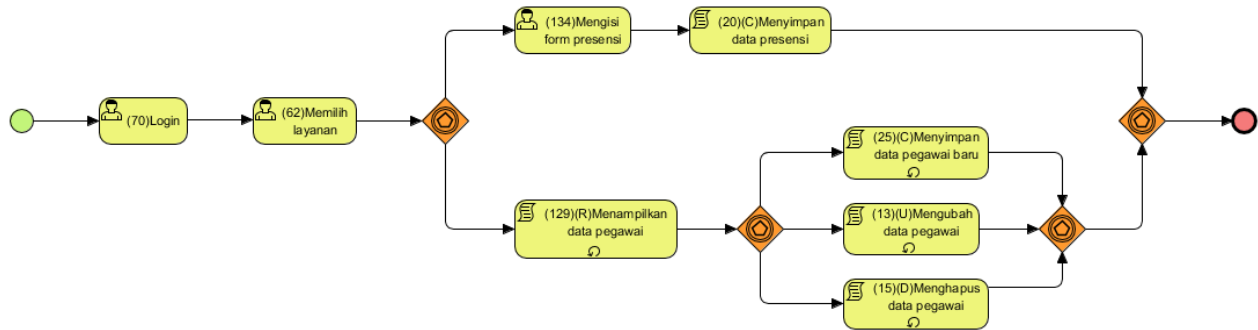
Gambar C.1 BPM dari Airline Booking System



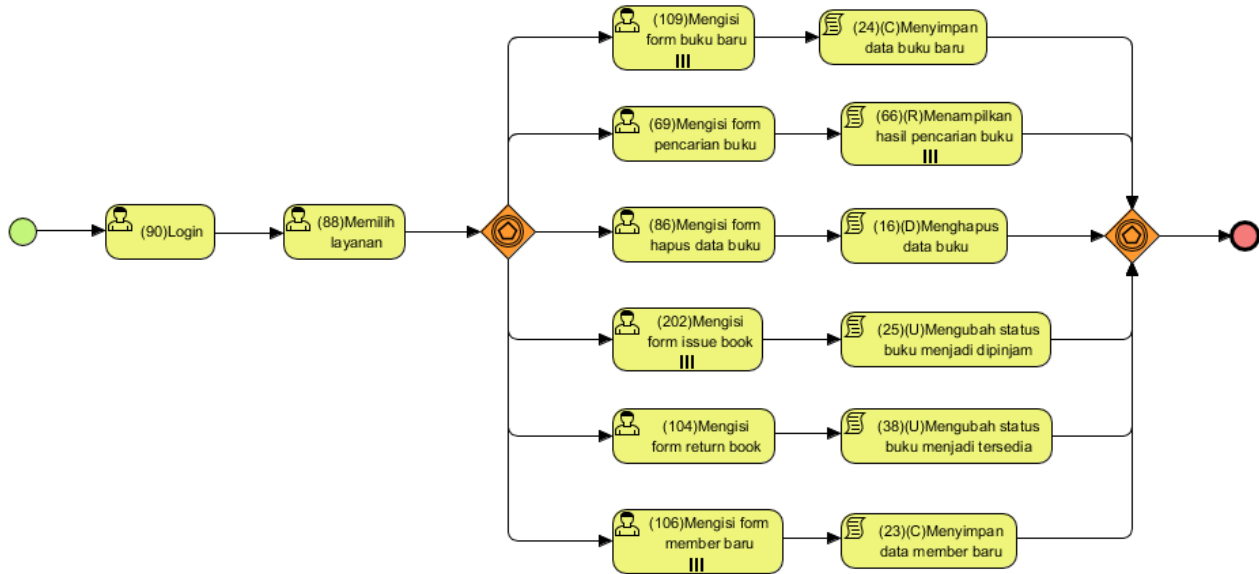
Gambar C.2 BPM dari Airline Reservation System



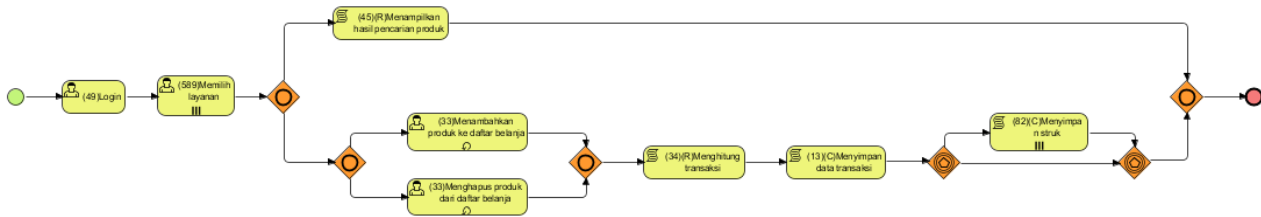
Gambar C.3 BPM dari ATM Management System



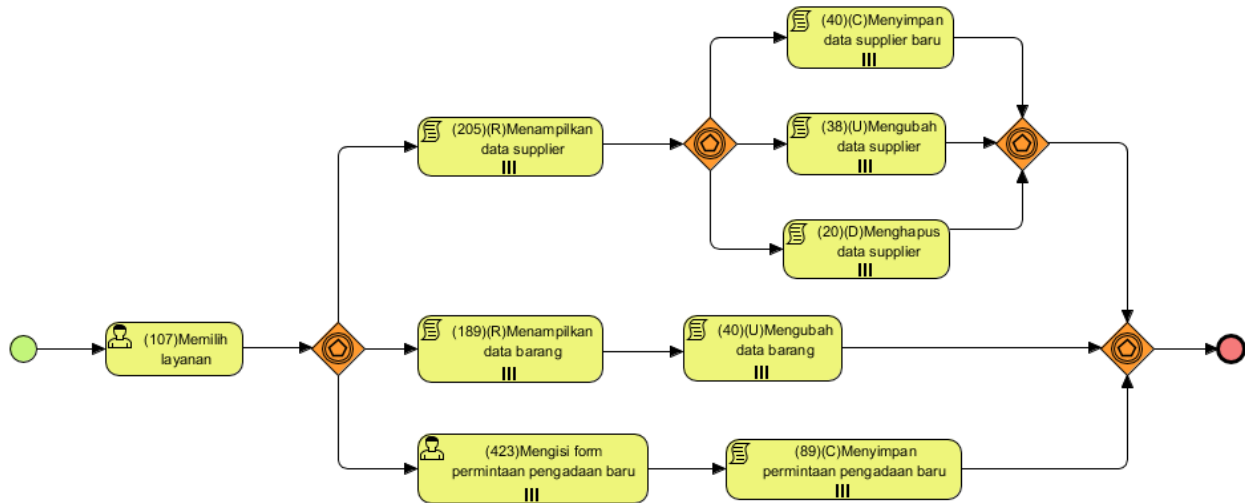
Gambar C.4 BPM dari Employee Management System



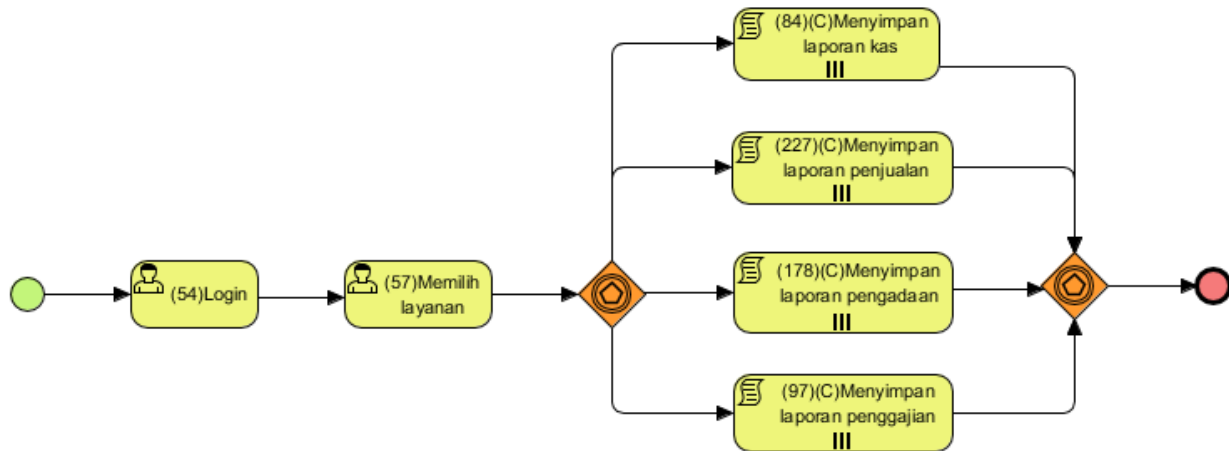
Gambar C.5 BPM dari Library Management System



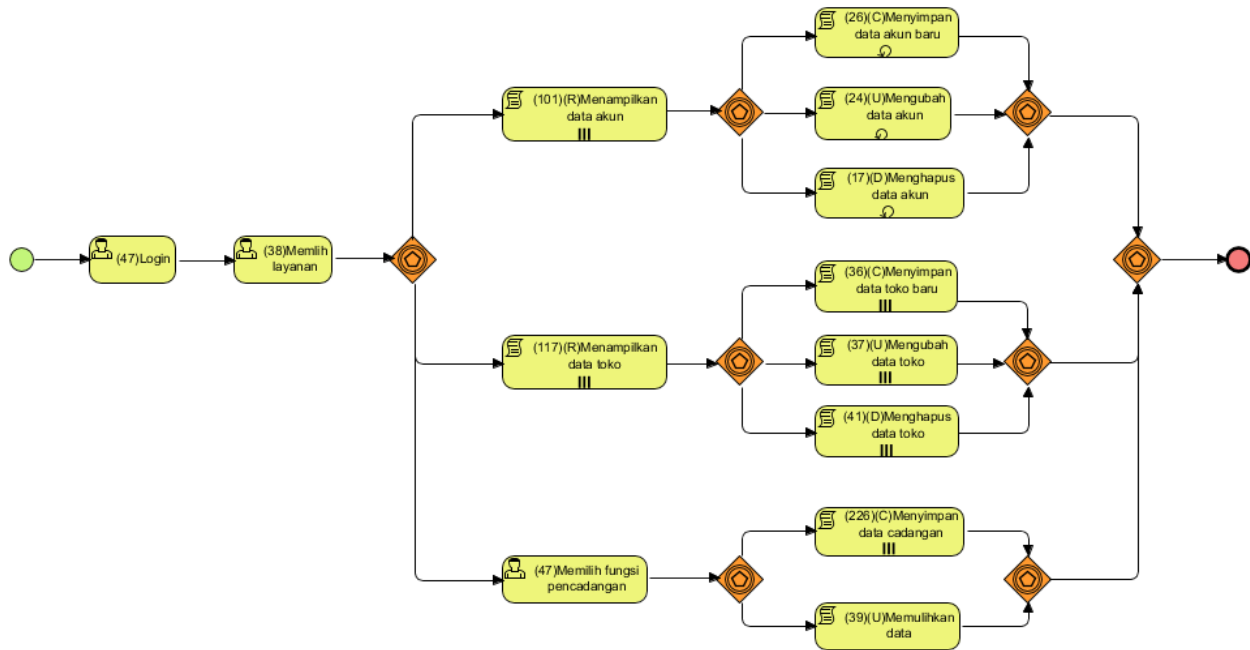
Gambar C.6 BPM dari Point of Sale System



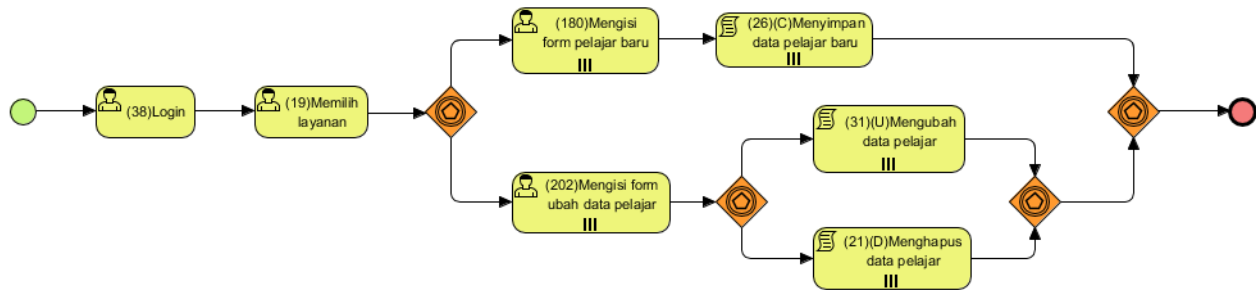
Gambar C.7 BPM dari Procurement Management System



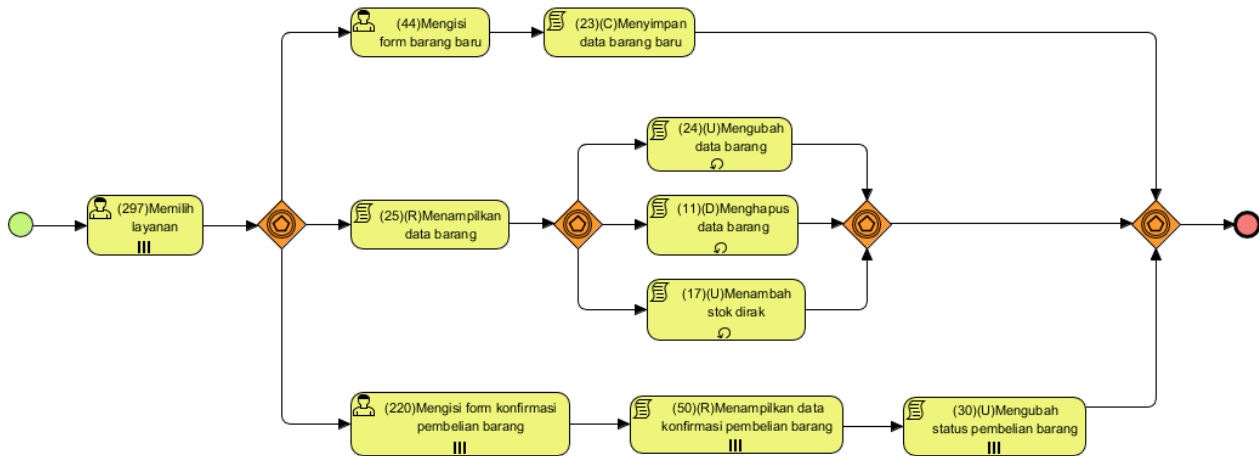
Gambar C.8 BPM dari Store Reporting System



Gambar C.9 BPM dari Store Management System



Gambar C.10 BPM dari Student Registration Management System



Gambar C.11 BPM dari Warehouse Management System

LAMPIRAN D

D.1 Kertas Kerja Pengukuran Konversi SLOC

Tabel D.1 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Airline Booking System

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	
User Task	21	120
User Task Loop		
User Task MI	221	204
Create Script Task		
Create Script Task Loop		
Create Script Task MI		
Read Script Task	23	
Read Script Task Loop		
Read Script Task MI	74	
Update Script Task		
Update Script Task Loop		
Update Script Task MI		
Delete Script Task		
Delete Script Task Loop		
Delete Script Task MI		
SUM	663	

Tabel D.2 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Airline Reservation System

Jenis Aktivitas BPM	Airline Reservation System	
User Task	93	167

Jenis Aktivitas BPM	Airline Reservation System	
User Task Loop		
User Task MI	132	321
Create Script Task		
Create Script Task Loop		
Create Script Task MI	41	
Read Script Task		
Read Script Task Loop		
Read Script Task MI	171	
Update Script Task		
Update Script Task Loop		
Update Script Task MI		
Delete Script Task		
Delete Script Task Loop		
Delete Script Task MI		
SUM	925	

Tabel D.3 Data Pengukuran Konversi SLOC dari ATM Management System

Jenis Aktivitas BPM	ATM Management System			
User Task	143	76	77	85
User Task Loop				
User Task MI	171			
Create Script Task				
Create Script Task Loop				
Create Script Task MI				

Jenis Aktivitas BPM	ATM Management System			
Read Script Task	148	95	110	10
Read Script Task Loop				
Read Script Task MI	166			
Update Script Task	25	47	28	
Update Script Task Loop				
Update Script Task MI				
Delete Script Task				
Delete Script Task Loop				
Delete Script Task MI				
SUM	1181			

Tabel D.4 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Employee Management System

Jenis Aktivitas BPM	Employee Management System		
User Task	70	62	134
User Task Loop			
User Task MI			
Create Script Task	20		
Create Script Task Loop	25		
Create Script Task MI			
Read Script Task			
Read Script Task Loop	129		
Read Script Task MI			
Update Script Task			
Update Script Task Loop	13		

Jenis Aktivitas BPM	Employee Management System		
Update Script Task MI			
Delete Script Task			
Delete Script Task Loop	15		
Delete Script Task MI			
SUM	468		

Tabel D.5 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Library Management System

Jenis Aktivitas BPM	Library Management System				
User Task	90	69	88	86	104
User Task Loop					
User Task MI	109	202	106		
Create Script Task	24	23			
Create Script Task Loop					
Create Script Task MI					
Read Script Task					
Read Script Task Loop					
Read Script Task MI	66				
Update Script Task	25	38			
Update Script Task Loop					
Update Script Task MI					
Delete Script Task	16				
Delete Script Task Loop					
Delete Script Task MI					
SUM	1046				

Tabel D.6 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Point of Sale System

Jenis Aktivitas BPM	Point of Sale System	
User Task	49	
User Task Loop	33	33
User Task MI	589	
Create Script Task	13	
Create Script Task Loop		
Create Script Task MI	82	
Read Script Task	45	34
Read Script Task Loop		
Read Script Task MI		
Update Script Task		
Update Script Task Loop		
Update Script Task MI		
Delete Script Task		
Delete Script Task Loop		
Delete Script Task MI		
SUM	878	

Tabel D.7 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Procurement Management System

Jenis Aktivitas BPM	Procurement Management System	
User Task	107	
User Task Loop		
User Task MI	423	
Create Script Task		
Create Script Task Loop		

Jenis Aktivitas BPM	Procurement Management System	
Create Script Task MI	40	89
Read Script Task		
Read Script Task Loop		
Read Script Task MI	205	189
Update Script Task		
Update Script Task Loop		
Update Script Task MI	38	40
Delete Script Task		
Delete Script Task Loop		
Delete Script Task MI	20	
SUM	1151	

Tabel D.8 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Store Reposting System

Jenis Aktivitas BPM	Store Reporting System		
User Task	47	38	47
User Task Loop			
User Task MI			
Create Script Task			
Create Script Task Loop	26		
Create Script Task MI	36	226	
Read Script Task			
Read Script Task Loop			
Read Script Task MI	101	117	
Update Script Task	39		

Jenis Aktivitas BPM	Store Reporting System		
Update Script Task Loop	24		
Update Script Task MI	37		
Delete Script Task			
Delete Script Task Loop	17		
Delete Script Task MI	41		
SUM	796		

Tabel D.9 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Store Management System

Jenis Aktivitas BPM	Store Management System			
User Task	54	57		
User Task Loop				
User Task MI				
Create Script Task				
Create Script Task Loop				
Create Script Task MI	84	227	178	97
Read Script Task				
Read Script Task Loop				
Read Script Task MI				
Update Script Task				
Update Script Task Loop				
Update Script Task MI				
Delete Script Task				
Delete Script Task Loop				
Delete Script Task MI				

Jenis Aktivitas BPM	Store Management System
SUM	697

Tabel D.10 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Student Registration Management System

Jenis Aktivitas BPM	Student Registration Management System	
User Task	38	19
User Task Loop		
User Task MI	180	202
Create Script Task		
Create Script Task Loop		
Create Script Task MI	26	
Read Script Task		
Read Script Task Loop		
Read Script Task MI		
Update Script Task		
Update Script Task Loop		
Update Script Task MI	31	
Delete Script Task		
Delete Script Task Loop		
Delete Script Task MI	21	
SUM	517	

Tabel D.11 Data Pengukuran Konversi SLOC dari Warehouse Management System

Jenis Aktivitas BPM	Warehouse Management System	
User Task	44	
User Task Loop		
User Task MI	297	220
Create Script Task	23	
Create Script Task Loop		
Create Script Task MI		
Read Script Task	25	
Read Script Task Loop		
Read Script Task MI	50	
Update Script Task		
Update Script Task Loop	24	17
Update Script Task MI	30	
Delete Script Task		
Delete Script Task Loop	11	
Delete Script Task MI		
SUM	741	

LAMPIRAN E

E.1 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS

Tabel E.1 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS Nilai Standar Konversi Rata-Rata/Mean

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
User Task	152.69	152.69	305.38	229.04	381.73	76.35	76.35	229.04	152.69	152.69	76.35
User Task Loop	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
User Task MI	482.43	482.43	241.21	0.00	723.64	241.21	241.21	0.00	0.00	482.43	482.43
Create Script Task	0.00	0.00	0.00	20.60	41.20	20.60	0.00	0.00	0.00	0.00	20.60

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Create Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	25.50	0.00	0.00	0.00	25.50	0.00	0.00	0.00
Create Script Task MI	0.00	102.36	0.00	0.00	0.00	102.36	204.73	204.73	409.45	102.36	0.00
Read Script Task	61.25	0.00	245.00	0.00	0.00	122.50	0.00	0.00	0.00	0.00	61.25
Read Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	129.00	0.00	0.00	0.00	129.00	0.00	0.00	0.00

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Read Script Task MI	126.56	126.56	126.56	0.00	126.56	0.00	253.11	253.11	0.00	0.00	126.56
Update Script Task	0.00	0.00	101.00	0.00	67.33	0.00	0.00	33.67	0.00	0.00	0.00
Update Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	19.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.00
Update Script Task MI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.40	35.20	0.00	35.20	35.20

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Delete Script Task	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Delete Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	14.33	0.00	0.00	0.00	14.33	0.00	0.00	14.33
Delete Script Task MI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.33	27.33	0.00	27.33	0.00
SLOC Estimasi	822.93	864.04	1019.15	437.97	1356.46	629.02	873.13	951.91	562.15	800.02	855.71
SLOC Aktual	817.00	1120.00	1676.00	605.00	1297.00	1061.00	1534.00	840.00	986.00	619.00	940.00

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Magnitude Relative Error	0.01	0.23	0.39	0.28	0.05	0.41	0.43	0.13	0.43	0.29	0.09
MRE x MRE	0.00	0.05	0.15	0.08	0.00	0.17	0.19	0.02	0.18	0.09	0.01
MMRE	0.25										
RMS	0.29										

Tabel E.2 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS Nilai Standar Konversi Nilai Tengah/Median

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
User Task	146.00	146.00	292.00	219.00	365.00	73.00	73.00	219.00	146.00	146.00	73.00
User Task Loop	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
User Task MI	406.00	406.00	203.00	0.00	609.00	203.00	203.00	0.00	0.00	406.00	406.00
Create Script Task	0.00	0.00	0.00	23.00	46.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00
Create Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	25.50	0.00	0.00	0.00	25.50	0.00	0.00	0.00

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Create Script Task MI	0.00	84.00	0.00	0.00	0.00	84.00	168.00	168.00	336.00	84.00	0.00
Read Script Task	39.50	0.00	158.00	0.00	0.00	79.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.50
Read Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	129.00	0.00	0.00	0.00	129.00	0.00	0.00	0.00
Read Script Task MI	117.00	117.00	117.00	0.00	117.00	0.00	234.00	234.00	0.00	0.00	117.00

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Update Script Task	0.00	0.00	99.00	0.00	66.00	0.00	0.00	33.00	0.00	0.00	0.00
Update Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	20.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.00
Update Script Task MI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.00	37.00	0.00	37.00	37.00
Delete Script Task	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Delete Script	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	15.00

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Task Loop											
Delete Script Task MI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	21.00	0.00	21.00	0.00
SLOC Estimasi	708.50	753.00	869.00	432.00	1219.00	528.00	773.00	881.50	482.00	694.00	751.50
SLOC Aktual	817.00	1120.00	1676.00	605.00	1297.00	1061.00	1534.00	840.00	986.00	619.00	940.00
Magnitudo Relative Error	0.13	0.33	0.48	0.29	0.06	0.50	0.50	0.05	0.51	0.12	0.20
MRE x MRE	0.02	0.11	0.23	0.08	0.00	0.25	0.25	0.00	0.26	0.01	0.04
MMRE	0.29										

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
RMS	0.34										

Tabel E.3 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS Nilai Standar Konversi Kuartil Pertama/Q1

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
User Task	95.00	95.00	190.00	142.50	237.50	47.50	47.50	142.50	95.00	95.00	47.50
User Task Loop	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
User Task MI	346.50	346.50	173.25	0.00	519.75	173.25	173.25	0.00	0.00	346.50	346.50
Create Script Task	0.00	0.00	0.00	20.00	40.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00
Create Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	25.25	0.00	0.00	0.00	25.25	0.00	0.00	0.00
Create Script Task MI	0.00	40.50	0.00	0.00	0.00	40.50	81.00	81.00	162.00	40.50	0.00
Read Script Task	24.50	0.00	98.00	0.00	0.00	49.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.50

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Update Script Task MI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.00	31.00	0.00	31.00	31.00
Delete Script Task	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Delete Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00	0.00	13.00
Delete Script Task MI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.50	20.50	0.00	20.50	0.00
SLOC Estimasi	540.00	556.00	612.50	345.75	938.75	396.25	532.25	616.00	257.00	533.50	588.50

Tabel E.4 Tabel Penilaian MRE, MMRE, dan RMS Nilai Standar Konversi Kuartil Ketiga/Q3

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
User Task	184.50	184.50	369.00	276.75	461.25	92.25	92.25	276.75	184.50	184.50	92.25
User Task Loop	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
User Task MI	556.00	556.00	278.00	0.00	834.00	278.00	278.00	0.00	0.00	556.00	556.00
Create Script Task	0.00	0.00	0.00	23.00	46.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00
Create Script	0.00	0.00	0.00	25.75	0.00	0.00	0.00	25.75	0.00	0.00	0.00

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Task Loop											
Create Script Task MI	0.00	137.50	0.00	0.00	0.00	137.50	275.00	275.00	550.00	137.50	0.00
Read Script Task	98.75	0.00	395.00	0.00	0.00	197.50	0.00	0.00	0.00	0.00	98.75
Read Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	129.00	0.00	0.00	0.00	129.00	0.00	0.00	0.00

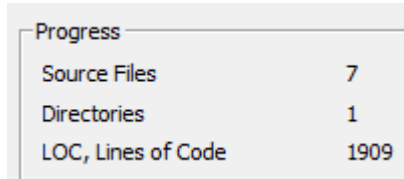
Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Read Script Task MI	171.00	171.00	171.00	0.00	171.00	0.00	342.00	342.00	0.00	0.00	171.00
Update Script Task	0.00	0.00	116.25	0.00	77.50	0.00	0.00	38.75	0.00	0.00	0.00
Update Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.00
Update Script Task MI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.00	38.00	0.00	38.00	38.00

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Delete Script Task	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Delete Script Task Loop	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	16.00
Delete Script Task MI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.00	31.00	0.00	31.00	0.00
SLOC Estimasi	1010.25	1049.00	1329.25	494.50	1605.75	794.25	1094.25	1172.25	734.50	947.00	1043.00
SLOC Aktual	817.00	1120.00	1676.00	605.00	1297.00	1061.00	1534.00	840.00	986.00	619.00	940.00

Jenis Aktivitas BPM	Airline Booking System	Airline Reservation System	ATM Management System	Employee Management System	Library Management System	Point of Sale System	Procurement Management System	Store Reporting System	Store Management System	Student Registration Management System	Warehouse Management System
Magnitude Relative Error	0.24	0.06	0.21	0.18	0.24	0.25	0.29	0.40	0.26	0.53	0.11
MRE x MRE	0.06	0.00	0.04	0.03	0.06	0.06	0.08	0.16	0.07	0.28	0.01
MMRE	0.25										
RMS	0.28										

LAMPIRAN F

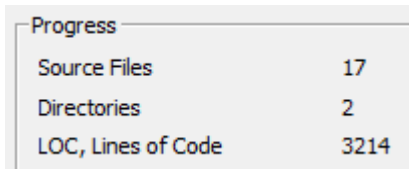
F.1 Data SLOC Kode Program Uji



A screenshot of a software development tool showing SLOC data for a Customer Relationship Management System. The data is presented in a table with three rows: Source Files (7), Directories (1), and LOC, Lines of Code (1909). The table is titled 'Progress'.

Progress	
Source Files	7
Directories	1
LOC, Lines of Code	1909

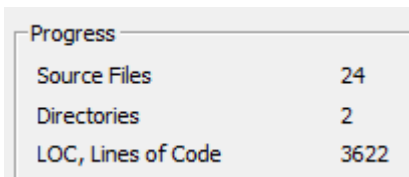
Gambar F.1 SLOC dari Customer Relationship Management System



A screenshot of a software development tool showing SLOC data for a Medical Store Management System. The data is presented in a table with three rows: Source Files (17), Directories (2), and LOC, Lines of Code (3214). The table is titled 'Progress'.

Progress	
Source Files	17
Directories	2
LOC, Lines of Code	3214

Gambar F.2 SLOC dari Medical Store Management System



A screenshot of a software development tool showing SLOC data for a Student Management System. The data is presented in a table with three rows: Source Files (24), Directories (2), and LOC, Lines of Code (3622). The table is titled 'Progress'.

Progress	
Source Files	24
Directories	2
LOC, Lines of Code	3622

Gambar F.3 SLOC dari Student Management System

F.2 Data LLOC Kode Program Uji

Quantitative Metrics	
Files	7
Logical Lines of Code LLOC	975
Single Line Comments	175
Multi Line Comments	52
High Quality Comments	200
Strings	166
Numeric Constants	358

Gambar F.4 LLOC(SLOC-L) dari Customer Relationship Management System

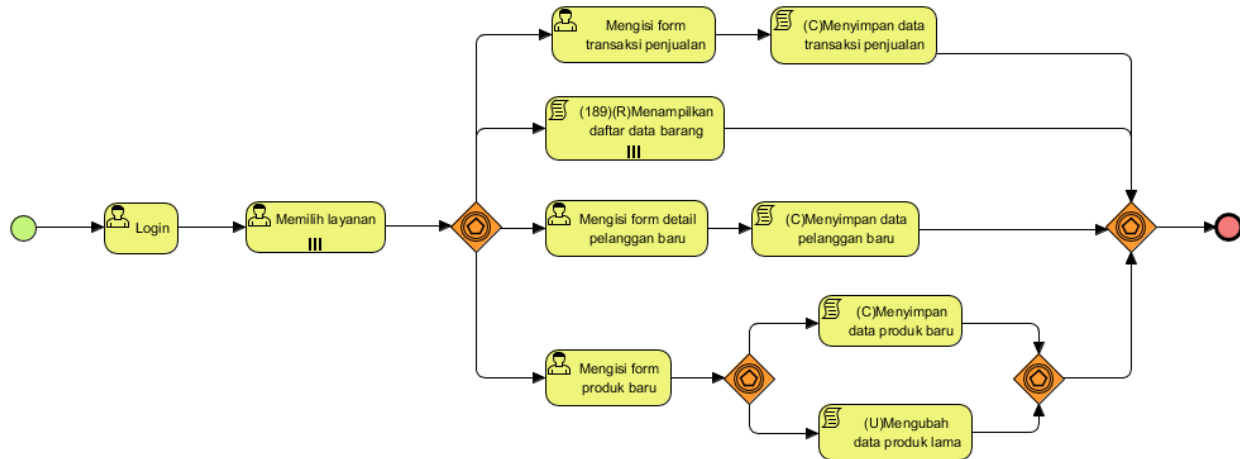
Quantitative Metrics	
Files	16
Logical Lines of Code LLOC	2144
Single Line Comments	101
Multi Line Comments	0
High Quality Comments	90
Strings	925
Numeric Constants	1254

Gambar F.5 LLOC(SLOC-L) dari Medical Store Management System

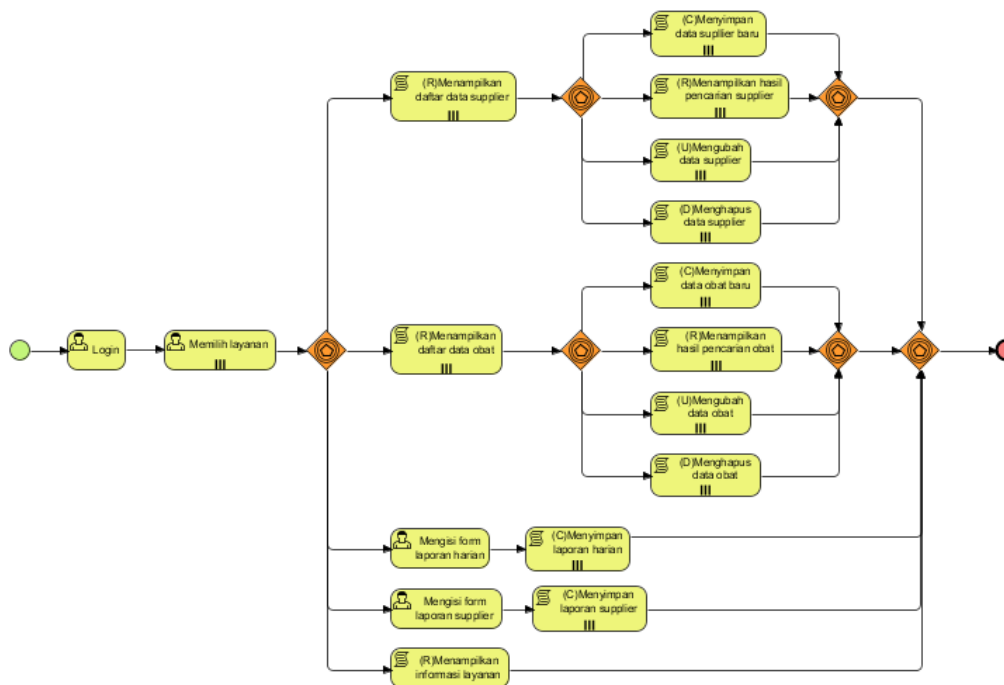
Quantitative Metrics	
Files	24
Logical Lines of Code LLOC	2610
Single Line Comments	101
Multi Line Comments	1
High Quality Comments	102
Strings	712
Numeric Constants	1105

Gambar F.6 LLOC(SLOC-L) dari Student Management System

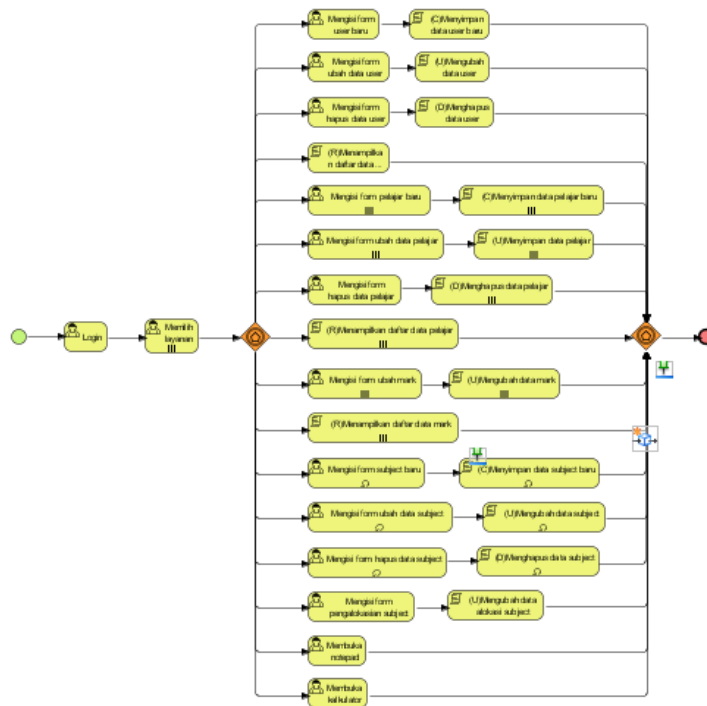
F.3 Model Proses Bisnis Kode Program Uji



Gambar F.7 BPM dari Customer Relationship Management System



Gambar F.8 BPM dari Medical Store Management System



Gambar F.9 BPM dari Student Management System

F.4 Tabel Penilaian Akurasi

Tabel F.1 Tabel Perhitungan Tingkat Akurasi Standar Konversi Terpilih

Jenis Aktivitas BPM	Standar Konversi	Customer Relationship Management System		Medical Store Management System		Student Management System	
		Jumlah Aktivitas	SLOC	Jumlah Aktivitas	SLOC	Jumlah Aktivitas	SLOC
User Task	87.50	4	350.00	3	262.50	8	700.00
User Task Loop	33.00		0.00		0.00	3	99.00
User Task MI	277.75	1	277.75	1	277.75	4	1111.00
Create Script Task	23.00	3	69.00		0.00	1	23.00
Create Script Task Loop	25.75		0.00		0.00	1	25.75
Create Script Task MI	157.75		0.00	4	631.00	1	157.75
Read Script Task	102.50		0.00	1	102.50	1	102.50
Read Script Task Loop	129.00		0.00		0.00	0	0.00
Read Script Task MI	177.50	1	177.50	4	710.00	2	355.00

Jenis Aktivitas BPM	Standar Konversi	Customer Relationship Management System		Medical Store Management System		Student Management System	
		Jumlah Aktivitas	SLOC	Jumlah Aktivitas	SLOC	Jumlah Aktivitas	SLOC
Update Script Task	38.75	1	38.75		0.00	2	77.50
Update Script Task Loop	24.00		0.00		0.00	1	24.00
Update Script Task MI	38.00		0.00	2	76.00	2	76.00
Delete Script Task	16.00		0.00		0.00	1	16.00
Delete Script Task Loop	16.00		0.00		0.00	1	16.00
Delete Script Task MI	31.00		0.00	2	62.00	1	31.00
SLOC Estimasi		913.00		2121.75		2814.50	
SLOC Actual		980.00		2144.00		2633.00	
MRE		0.07		0.01		0.07	
MMRE		0.05					

Jenis Aktivitas BPM	Standar Konversi	Customer Relationship Management System		Medical Store Management System		Student Management System	
		Jumlah Aktivitas	SLOC	Jumlah Aktivitas	SLOC	Jumlah Aktivitas	SLOC
Tingkat Akurasi(100%- MMRE)		95%					